



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**HAREKETLİ FONKSİYONEL AYGITLARLA
(AKTİVATÖR, TWINBLOCK) MANDİBULAR
İLERLETME YAPILAN SINIF II
HASTALARDA; EKLEM, DENTOALVEOLAR
BÖLGE, KAS VE KORTİKAL BEYİN
AKTİVİTELERİNİN FONKSİYONEL
MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME
(FMRI) İLE İNCELENMESİ**

Orhan ÖZDİLER

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ

**ANKARA
2018**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAREKETLİ FONKSİYONEL AYGITLARLA
(AKTİVATÖR, TWINBLOCK) MANDİBULAR
İLERLETME YAPILAN SINIF II
HASTALARDA; EKLEM, DENTOALVEOLAR
BÖLGE, KAS VE KORTİKAL BEYİN
AKTİVİTELERİNİN FONKSİYONEL
MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME
(FMRI) İLE İNCELENMESİ**

Orhan ÖZDİLER

**ORTODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ

**Bu araştırma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün
15B0234003 proje numarası ile desteklenmiştir.**

**ANKARA
2018**

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum

“Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twinblock) Mandibular İlerletme Yapılan Sınıf II Hastalarda; Eklem, Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir ve hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Adı Soyadı: Orhan Özdiler

Tarih:

İmza:

Kabul ve Onay

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Ortodonti Anabilim Dalında Orhan ÖZDİLER tarafından hazırlanan “Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twin Block) Mandibular İlerletme Yapılan Sınıf II Hastalarda; Eklem, Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi” adlı tez çalışması

aşağıdaki jüri tarafından

DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 13/07/2018


Prof.Dr. Aysegül KÖKLÜ
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı


Prof.Dr. Zahir ALTUĞ
Ankara Üniversitesi
Üye


Prof.Dr. Sevil AKKAYA
Gazi Üniversitesi
Üye


Prof.Dr.Kaan ORHAN
Ankara Üniversitesi
Üye


Prof.Dr. Çağrı ULUSOY
Gazi Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof.Dr. Mehmet Akan

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Şekiller	x
Çizelgeler	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Sınıf II, divizyon 1 Maloklüzyonun Dişsel, İskeletsel ve Fasiyal Özellikleri	2
1.1.2. Sınıf II Divizyon 1 Maloklüzyonda Büyüme ile Meydana Gelen Değişiklikler	3
1.2. Büyüme ve Gelişim Teorileri-Fonksiyonel Çene Ortopedisi	5
1.2.1. Fonksiyonel Ortopedik Aygıtların Hazırlanması	9
1.2.2. Tedavi Zamanlaması	11
1.2.3. Fonksiyonel Ortopedik Aygıtların Günlük Kullanım Süresi	13
1.2.4. Sınıf II Maloklüzyonun Fonksiyonel Apareylerle Tedavisinde Meydana Gelen Ortopedik ve Ortodontik Değişiklikler	14
1.2.5. Fonksiyonel Apareylerin Çiğneme Kaslarına Olan Etkileri	18
1.2.6. Fonksiyonel Çene Ortopedisi ve Merkezi Sinir Sistemi İlişkisi	21
1.2.7. Ön Beyinin (Cerebrum) Genel Yapısı	22
1.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	25
1.3.1. Manyetik Rezonans Görüntülemenin Fiziki ve Görüntü Oluşumu	27
2. GEREÇ VE YÖNTEM	33
2.1. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Yöntem	36
2.2. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Analizler	37
2.2.1 Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Noktaları	37
2.2.1.1. İskeletsel Noktalar	37
2.2.1.2. Dişsel Noktalar	37
2.3. Lateral Sefalometrik Radyograflarda Kullanılan Ölçümler	38
2.3.1. İskeletsel Açısal Ölçümler	38
2.3.2. İskeletsel Boyutsal Ölçümler	39
2.3.3. Dentoalveolar Ölçümler	39
2.4. Araştırmada Kullanılan MRG Yöntemi	40
2.4.1. Manyetik Rezonans Görüntülerde Gerçekleştirilen Ölçümler	41
2.4.1.1. Sinyal İntensite Ölçümleri	41
2.4.1.2. Boyut Ölçümleri	50
2.4.1.3. Hacim Ölçümleri	57
2.4.2. Fonksiyonel MR Görüntülerde Yapılan Ölçümler	61
2.5. İstatistik Yöntem	65
3. BULGULAR	66
3.1. Yöntem Hatasının Değerlendirilmesi	66
3.2. Gruplardaki Tedavi Başı Tanımlayıcı İstatistikleri ve Tedavi Başındaki Parametrelerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi	67
3.2.1. Sefalometrik Ölçümler	67

3.2.1.1 Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı	69
3.2.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler	69
3.2.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler	70
3.2.1.4. Dentoalveolar Ölçümler	70
3.2.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri	70
3.2.2.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)	74
3.2.2.2. Kas Boyut Ölçümleri	75
3.2.2.3. Kas Hacim Ölçümleri	75
3.3. Tedavi Gruplarında Tedavi İle Meydana Gelen Değişikliklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Bu Değişikliklerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi	75
3.3.1. Sefalometrik Ölçümler	75
3.3.1.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı	77
3.3.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler	77
3.3.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler	77
3.3.1.4. Dentoalveolar Ölçümler	78
3.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri	78
3.3.2.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)	82
3.3.2.2. Kas Boyut Ölçümleri	83
3.3.2.3. Kas Hacim Ölçümleri	83
3.4. Tedavi Gruplarında Tedavi Sonu MRG Tanımlayıcı İstatistikleri ve Tedavi Sonundaki Parametrelerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi	83
3.4.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)	87
3.4.2. Kas Boyut Ölçümleri	88
3.4.3. Kas Hacim Ölçümleri	88
3.5. Tedavi grupları ile Kontrol Grubu Arasında Tedavi Sonunda Beyin Üzerindeki Ölçümlerin Değerlendirilmesi ve Analizleri.	89
3.5.1. Rest state (Dinlenme Durumu) fMRI analizleri	89
3.5.2. Task State (Komuta bağlı) fMRI Analizleri	94
3.5.3. fMRI Görüntülerindeki Morfometrik Analizler	95
3.6. Tedavi Gruplarında Tedavi İle Meydana Gelen Değişikliklerin Grup İçi Değerlendirilmesi	96
3.6.1. Sefalometrik Ölçümler	96
3.6.1.1. Tüm Gün Grubunda Tedavi İle Meydana Gelen Sefalometrik Değişiklikler	97
3.6.1.1.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı	97
3.6.1.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler	97
3.6.1.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler	97
3.6.1.1.4. Dentoalveolar Ölçümler	97
3.6.1.2. Gece Grubunda Tedavi İle Meydana Gelen Sefalometrik Değişiklikler	98
3.6.1.2.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı	99
3.6.1.2.2. İskeletsel Açısal Ölçümler	99
3.6.1.2.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler	99
3.6.1.2.4. Dentoalveolar Ölçümler	99
3.6.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri	100
3.6.2.1. Tüm Gün Grubunda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri	100
3.6.2.1.1. Tüm Gün Grubunda MRG Ölçümlerinde Tedavi İle Meydana Gelen Değişiklikler	101
3.6.2.2. Gece Grubunda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri	104

3.6.2.2.1. Gece Grubunda MRG Ölçümlerinde Tedavi İle Meydana Gelen Değişiklikler	105
4.TARTIŞMA	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	149
ÖZET	152
SUMMARY	154
KAYNAKLAR	156
EKLER	174
EK-1. Etik Kurul İzni	174
EK-2. Gönüllü Onam Formu	175
ÖZGEÇMİŞ	177



ÖNSÖZ

Doğrusunu söylemek gerekirse bu satırları yazmanın, tez yazmaktan çok daha zor olduğunu şu anda farkettim. Zira doğduğum ilk günden dahi içinde dolaylı veya dolaysız yer aldığım, hayatımın her döneminde benim üzerimde etkilerini hissettiğim; meslek ve hayat tercihlerimi etkileyen Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı'yla kızıdığım, sinirlendiğim günler de olsa aramda engellenemez bir bağ var.

Sevgili babam, hocam, meslektaşım, en iyi arkadaşlarımdan biri olan ve bugüne gelmemdeki en büyük etken olan babam Prof. Dr. Erhan Özdiler'e bizi özveriyle yetiştirdiği ve kucakladığı için teşekkür ederim. Bu satırları yazmamı sağlayan annem ve meslektaşım Filiz Sabriye Özdiler ve ablam Funda Güler Özdiler Çopur'a minnettarım.

Ailem gibi gördüğüm bu ortamda aileden biriymiş gibi kabul edildim. Bilgi ve tecrübesiyle her zaman yolumu aydınlatan babamın da doktora danışmanı olan Prof. Dr. Ayşegül Köklü'ye,

Çocukluğumdan beri beni kendi ailesinden ayrı tutmayan, desteğini her konuda bana hissettiren ve fikirlerime saygı duyan Prof. Dr. Zahir Altuğ'a,

Çalışmaktan çok keyif aldığım ve klinikte çok şey öğrendiğim, her zaman bana anlayış ve sevgiyle yaklaşan Prof. Dr. Dilek Erdem'e

Klinikteki destekleri için Prof. Dr. Meliha Rübendiz'e,

Akademik ve klinik olarak bana çok yardımları olan, tatlı sert tavrıyla hatalarımızı düzelten Prof. Dr. Ufuk Toygar Memikoğlu'na,

Bana güvendiğini ve bir çok şeyi kolaylıkla yapabileceğimi gösteren Prof. Dr. Hatice Gökarp'e,

Benim için her zaman "Okan Abi" olacak, ve bana gerçek bir "abi" gibi yaklaşan Prof. Dr. Okan Akçam'a,

Sıcak gülümemesiyle içimizi ısıtan ve bize bir abla gibi yaklaşan Prof. Dr Ayşe Tuba Altuğ'a,

Tez çalışmamızda bize her zaman destek olup yönlendiren Prof. Dr. Kaan Orhan'a,

Yalnızca bu tezi hazırlamamda değil, doktora başladığım ilk günden beri beni koruyup kollayan, hiçbir konuda yardımını esirgemeyen, bana bir kıdemliden çok abi olan değerli Uzm.Dt. Emre Cesur'a,

Tüm sıcaklığıyla, öğreticiliğiyle ve iyi niyetiyle yanımda olan Dr. Aslı Şenol'a,

Kıdemlilerim olan ve çok sevdiğim, ihtiyacım olduğunda yanımda olan Dr. Çağatay Günaydın, Uzm. Dt. Gökhan Yüksel, Dr Sera Akkaya Bermede ve Dr. Gökçe Kılıç'a,

Beni en iyi anlayan, birlikte çalışmaktan ve vakit geçirmekten büyük keyif aldığım bir çok şeyi paylaştığım Dt. Bartu Altuğ ve Dt. Alperen Yıldırım'a, üniversite yıllarımdan beri yanımda olan değerli sınıf arkadaşım Dt Gizem Gül Tanış'a ve yine benim için çok değerli olan Dt Ebru Bilgiç'e,

Güler yüzleri ve naiflikleriyle benim yanımda olan dönem arkadaşım Dr. Elif Merve Mavi Arslan ve eşi Dt. Can Arslan'a,

Çalışkanlığı, neşesi, güler yüzü ile bizi neşelendiren Dt. Jerina Dule'ye, arkadaşlığı ve bana karşı her zaman saygısıyla Dt Ramin Sabutay'a,

Klinikteki işimizi her zaman kolaylaştıran, bölümümüzün saygıdeğer çalışanları Fahrettin Okur'a, Müslüm Taş'a, İbrahim Göktaş'a, Ayşe Uzun'a, Sonay Karataş'a, Soner Şakacı'ya, Serpil Güleç'e, Birce Çelikkol'a, Ercan Satioğlu'na ve Murat Sözeyataroğlu'na,

Buraya yazamadığım tüm bölüm arkadaşlarım ve Ankara Üniversitesi personeline tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	arkadaşları
cm	santimetre
CS	cervical stage
div.	divizyon
EMG	elektromiyografi
m.	musculus
mm	milimetre
p	istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi
MRG	manyetik rezonans görüntüleme
NMR	nükleer manyetik rezonans
fMRI	fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
FLAIR	fluid attenuation inversion recovery
BOLD	blood oxygen level dependent
GLM	general linear model
MELODIC	multivariate exploratory linear optimized decomposition into independent components
RF	radıofrekans
SIR	signal intensity rate/sinyal intensite oranı
TE	echo time
TME	temporomandibular eklem
TR	repetetion time
VEGF	vasküler endotelyal growth factor
°	derece

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	Beynin genel yapısı ve lopları	23
Şekil 1.2.	Damadian'ın kanserli hücreleri tespit etmek için tasarladığı aygıt.	27
Şekil 1.3.	Spinler ve manyetik alan içerisindeki konumları	27
Şekil 1.4.	Manyetik alan içerisindeki spinlerin presesyon hareketleri. B ₀ : Manyetik alanın yönü. P: Presesyon hareketi. S: Spin hareketi.	29
Şekil 1.5.	90 ⁰ RF'ın protonlara etkisi	29
Şekil 1.6.	Dağılan protonların bir daire halinde tamamen farklı fazda dönmeye başlamaları (defaze olmaları) sinyalin azalmasına sebep olmaktadır. Brown ve Semelka (1999)	30
Şekil 2.1.	Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan İskeletsel ve Dişsel Referans Noktaları	38
Şekil 2.2.	Lateral Sefalometrik Radyograflarda Kullanılan Ölçümler	39
Şekil 2.3.	Lateral Sefalometrik Radyograflarda Overjet ve Overbite'in Ölçülmesi	40
Şekil 2.4.	M. Pterygoideus lateralis (superior ve inferior) ve medialis'in sagittal kesitte sinyal intensitelerinin ölçülmesi	43
Şekil 2.5.	M. Massetericus'un aksiyal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	44
Şekil 2.6.	M.Temporalis'in aksiyal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	45
Şekil 2.7.	Discus articularis'in (anterior ve posterior) sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	46
Şekil 2.8.	Proc. Condilaris'in (anterior ve posterior) sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	47
Şekil 2.9.	Retrodiskal dokunun sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	48
Şekil 2.10.	Grey matter ve White matter'in aksiyal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi	49
Şekil 2.11.	M.pterygoideus lateralis'in aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi	51
Şekil 2.12.	M.pterygoideus lateralis'in aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi	52
Şekil 2.13.	M.pterygoideus medialis'in aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi	53
Şekil 2.14.	M.pterygoideus medialis'in aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi	54

Şekil 2.15.	M.massetericus'un aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi	55
Şekil 2.16.	M.massetericus'un aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi	56
Şekil 2.17.	M.pterygoideus lateralis'in 3 boyutlu olarak görüntülenmesi	58
Şekil 2.18.	M.pterygoideus medialis'in 3 boyutlu olarak görüntülenmesi	59
Şekil 2.19.	M.massetericus'un 3 boyutlu olarak görüntülenmesi	60
Şekil 2.20.	Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.	62
Şekil 2.21.	Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.	62
Şekil 2.22.	Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.	63
Şekil 2.23.	Fonksiyonel MR Görüntülerinde Isırma Hareketinde Aktivasyon Görülen Bölgeler (Kontrol grubu ve gece grubu arasında)	64
Şekil 2.24.	Fonksiyonel MR Görüntülerinde Çiğneme Hareketinde Aktivasyon Görülen Bölgeler (Kontrol grubu ve tüm gün grubu arasında)	65
Şekil 3.1.	Gece grubundan bir vakanın A-C: tedavi başı ağız dışı fotoğrafları, D-F: tedavi başı ağız içi fotoğrafları, G-I: tedavi sonu ağız dışı fotoğrafları, J-L: tedavi sonu ağız içi fotoğrafları	108
Şekil 3.2.	Tüm gün grubundan bir vakanın A-C: tedavi başı ağız dışı fotoğrafları, D-F: tedavi başı ağız içi fotoğrafları, G-I: tedavi sonu ağız dışı fotoğrafları, J-L: tedavi sonu ağız içi fotoğrafları	109

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1.	Tüm gün ve gece tedavi gruplarının tedavi başı kronolojik yaş, iskeletsel yaş ve tedavi sürelerinin ortalamaları.	35
Çizelge 2.2.	Tedavi gruplarındaki bireylerin cinsiyet ve kullanılan ağıza göre dağılımı.	36
Çizelge 2.3.	Kontrol grubundaki bireylerin kronolojik yaş ve iskelet yaşlarının ortalamaları.	36
Çizelge 3.1.	Araştırmada kullanılan sefalometrik ölçümlere ait tekraralama katsayıları.	66
Çizelge 3.2.	Araştırmada kullanılan sefalometrik parametrelerin tüm gün, gece ve kontrol gruplarında tedavi başı (T0) tanımlayıcı istatistikleri.	67
Çizelge 3.3.	Tedavi başlangıcında (T0) sefalometrik ölçümleri yapılan parametreler bakımından tüm gün ,gece ve kontrol gruplarının karşılaştırılması (Varyans Analizi Testi)	68
Çizelge 3.4.	Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre, tedavi başındaki Co-Gn ve Co-A değerlerinin hangi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiğinin belirlenmesi	69
Çizelge 3.5.	Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) Sinyal Intensite Oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri.	71
Çizelge 3.6.	Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) hacim ve boyut ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	72
Çizelge 3.7.	Tedavi başlangıcında (T0) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin sinyal intensiteleri oranları bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	73

Çizelge 3.8. Tedavi başlangıcında (T0) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin boyut ve hacim ölçümleri bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	74
Çizelge 3.9. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından sefalometrik ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarına göre tanımlayıcı istatistikleri.	76
Çizelge 3.10. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından sefalometrik ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	77
Çizelge 3.11. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensiteleri oranlarına göre tanımlayıcı istatistikleri.	78
Çizelge 3.12. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından tanımlayıcı istatistikleri	80
Çizelge 3.13. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensite oranları açısından karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	81
Çizelge 3.14. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	82
Çizelge 3.15. Tedavi sonu (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensite oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri	83
Çizelge 3.16. Tedavi sonu (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından tanımlayıcı istatistikleri	85
Çizelge 3.17. Tedavi sonunda (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin sinyal intensiteleri oranları bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.	86

- Çizelge 3.18.** Tedavi sonunda (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin boyut ve hacim ölçümleri bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 87
- Çizelge 3.19.** Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) tüm gün grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 89
- Çizelge 3.20.** Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) gece grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans Görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 91
- Çizelge 3.21.** Çiğneme Komutu Sırasında Tedavi Sonu (T1) Tüm Gün Grubu ile – Tedavi Başlangıcı (T0) Kontrol Grubunun Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) Ölçümleri Yapılan Parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) Göre Anlamlılık Gösterenleri (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 94
- Çizelge 3.22.** Isırma Komutu Sırasında Tedavi Sonu (T1) Gece Grubu ile – Tedavi Başlangıcı (T0) Kontrol Grubunun Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) Ölçümleri Yapılan Parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) Göre Anlamlılık Gösterenleri (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 94
- Çizelge 3.23.** Tüm gün ve gece gruplarının tedavi sonu; kontrol grubunun ise tedavi başındaki beyin üzerindeki kurvatür, alan, hacim ve kalınlık gibi morfolojik özelliklerinin incelenmesi ve anlamlılık gösteren bölgeler (Varyans Analizi Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 95
- Çizelge 3.24.** Tüm gün grubunda sefalometrik ölçümlerin tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 96
- Çizelge 3.25.** Gece grubunda sefalometrik ölçümlerin tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 98

- Çizelge 3.26.** Tüm gün grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin sinyal intensite oranları bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 100
- Çizelge 3.27.** Tüm gün grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin boyut ve hacim değerleri bakımından tedavi sonu – Tedavi Başlangıcı (T0-T1) Farkları Ve Bu Farkların Grup İçi Karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 101
- Çizelge 3.28.** Gece grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin sinyal intensite oranları bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 104
- Çizelge 3.29.** Gece grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin boyut ve hacim değerleri bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$. 105

1. GİRİŞ

Sınıf II maloklüzyon, toplumlar arası görülme oranı farklılık gösteren, bireyin kendisi ve ailesi tarafından yüksek farkındalığı bulunan bir problemdir. Temel maloklüzyonlar arasında sınıf II maloklüzyon toplumun yaklaşık 1/3'ünde görülmektedir (Kelly ve ark., 1977; McLain ve ark., 1985; Proffit ve ark., 1998). Epidemiyolojik çalışmalara göre, beyaz Amerikalı bireylerde Sınıf II maloklüzyon görülme sıklığı %23.8 ile 1/3 arasında iken, siyah ırkta bu oranın %16-19 olduğu bildirilmiştir (Goldstein ve Stanton, 1936; Ast ve ark., 1965; Ingerval, 1974; Garner ve Butt, 1985). Asya, Ortadoğu ve Latin Amerika toplumlarında ise bu maloklüzyona daha az oranda, %10-15 arasında rastlanıldığı bildirilmiştir (Spalding, 2001). Türkiye için değerlendirildiğinde ise, Sınıf II divizyon 1 maloklüzyon görülme sıklığı %19 olarak, divizyon 2 maloklüzyon oranı ise %5 olarak bildirilmiştir (Sayın ve Türkkahraman, 2004).

Ortodonti biliminde amaç: Sert ve yumuşak dokulardaki mevcut problemlerin giderilmesi, fonksiyon, fonasyonun elde edilmesi ve yapılan tedavinin stabilitesi için iskeletsel, dental ve nöromusküler ilişkilerin uyumlu bir şekilde sağlanmasıdır. Sınıf II maloklüzyonların tedavi yöntemleri arasında fonksiyonel çene ortopedisi aygıtları, ağız dışı kuvvet uygulamaları, çekimli-çekimsiz sabit tedavi, sabit fonksiyonel apareyler kamuflej tedavisi, ortognatik cerrahi bulunmaktadır. Büyüme ve gelişim dönemindeki bireylerde büyüme yönünün ve miktarının değiştirilmesi ideal dişsel, iskeletsel ve yumuşak doku ilişkilerinin sağlanabilmesi açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Mc Namara Jr. ve ark., 1996; Nebioğlu-Dalcı ve Köklü, 2007). Fonksiyonel çene ortopedisi ile kondiler kartilajdaki hücre aktivitesinin uyarıldığı ve endokondral kemikleşmenin stimüle edildiği, mandibulanın uzunluğunun bu şekilde artırılırken aynı zamanda mandibulanın yeni konumuna uyumlu nöromusküler yapıların adaptasyonu gerçekleşeceği bildirilmiştir (Ülgen, 1999). Mandibular yetersizlikle karakterize Sınıf II bireylerde, fonksiyonel ortopedik tedavinin başarısı,

mandibulanın büyüme hızı ve yönüyle ilişkili olarak kondiler kartilajın göstereceği biyolojik cevapla yakından ilişkilidir ve bireysel farklılık gösterebildiği bildirilmiştir (Baccetti ve ark., 2000).

1.1. Sınıf II, divizyon 1 Maloklüzyonun Dişsel, İskeletsel ve Fasiyal Özellikleri

Edward H. Angle 1899 yılında çeneler arasında sagittal ilişkinin belirlenmesi amacıyla dişsel bir sınıflandırma tanıtmıştır. Günümüzde de kullanılan bu sınıflamaya göre üst birinci büyük azı dişi sagittal yönde sabit kabul edildiğinde, üst birinci büyük azı dişinin meziobukkal tüberkülü alt birinci büyük azı dişinin meziobukkal oluşuna oturuyorsa bu durum normal olarak kabul edilmiştir ve Angle sınıf I oklüzyon olarak isimlendirilmiştir. Sınıf II kapanışta ise alt kanin, premolar ve molar dişler Sınıf I kapanışa göre daha distalde kapanış yapabilmektedir.

Sınıf II maloklüzyonlar da kendi içinde üst keser pozisyonlarına göre sınıf II bölüm 1 ve sınıf II bölüm 2 olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Bölüm 1 maloklüzyonlar artmış overjet ; bölüm 2 maloklüzyonlar ise artmış overbite ile tanımlanmıştır (Angle, 1907).

Sınıf II maloklüzyonlar Jarabak ve Fizzel tarafından 1972'de, dentoalveoler ve iskeletsel özellikleri göz önünde bulundurularak sınıflanmıştır. Bu sınıflamaya göre;

- Dental Sınıf II Maloklüzyon: Maksiller ve mandibular kaidelerin kraniyal kaideye göre normal konumda olduğu ancak dişsel olarak sınıf II ilişkinin görüldüğü Sınıf II ilişki (erken süt dişi kaybına bağlı molar dişin mesializasyonu vb.).
- Fonksiyonel Sınıf II Maloklüzyon: Çeşitli fonksiyonel sebeplere bağlı olarak (üst dental arkın transversal yetmezliği), mandibulanın posteriorda kapanışa zorlandığı Sınıf II ilişki.

- İskeletsel Sınıf II Maloklüzyon: Maksillanın kraniyal kaideye göre ileride ve/veya mandibulanın kraniyal kaideye göre geride konumlanmasıyla görülen Sınıf II ilişkisi.
- Dentoalveolar Sınıf II Maloklüzyon: Maksilla ve mandibulanın kaidelerin kraniyal kaideye göre normal konumda olduğu ancak üst dental arkın, alt dental arka göre önde konumlandığı Sınıf II ilişkisi.
- Bu durumların bir ya da birkaçının kombinasyonu

Sınıf II maloklüzyonlu bireylerin sefalometrik özellikleri Fisk ve ark. (1953) tarafından incelenmiştir. Araştırmacılar Sınıf II maloklüzyonun karakteristiklerini şu şekilde sıralamıştır:

1. Maksillanın kafa kaidesine göre önde konumlanması,
2. Maksillanın kafa kaidesine göre normal konumda olması ancak maksiller dental arkın önde konumlanması,
3. Mandibulanın normal boyutta ancak geride konumlanması,
4. Mandibular boyutun küçük olması,
5. Mandibulanın konum ve boyutunun normal ancak mandibular dental arkın geride konumlanması,
6. Geniş kraniyal kaide açısı ve
7. Bu durumların bir veya birkaçının kombinasyonudur.

1.1.2. Sınıf II Divizyon 1 Maloklüzyonda Büyüme ile Meydana Gelen Değişiklikler

Pancherz ve ark. (1996), sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip bireylerde yaptıkları longitudinal çalışmada, sınıf II divizyon 1 maloklüzyonda maksiller keserlerin protruziv olduğunu ve keser desteğinin yetersiz olmasına bağlı olarak mandibulanın anterior rotasyonu ile gelişimin ileri dönemlerinde anomalinin hafifleme eğilimi gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Bishara ve ark. (1997), sınıf II maloklüzyona sahip bireylerin kraniyofasiyal özelliklerini sınıf I kontrol grubuyla karşılaştırdıkları longitudinal çalışmada, sınıf II maloklüzyonlu bireylerde mandibulanın büyüme hızının daha az olduğunu ancak gelişimin ilerleyen dönemlerinde sınıf I bireyleri yakaladığını bildirmişlerdir. Longitudinal verilere bakıldığında her iki grubun büyüme yönleri benzer bulunmuştur. Yine bu çalışmaya göre kraniyal parametrelerde de iki grup arasında fark gözlenmemiştir.

Uzun dönemli yapılan bir diğer çalışmada, sınıf II hastalarda 5-15 yaş arasında mandibulanın, kontrol grubundaki bireylere göre 2,5 mm daha az büyüdüğü rapor edilmiştir (Kerr ve Hirst, 1987). Yine benzer olarak, 7-14 yaş arasında mandibulanın total uzunluğunun kontrol grubuna göre 9,6 mm daha az olduğu bildirilmiştir (Ngan ve ark., 1997).

Baccetti ve ark. (1997), Sınıf II maloklüzyonun erken dönem özelliklerini inceledikleri uzun dönem çalışmalarında, tedavi edilmemiş 25 bireyi, süt dişlenmeden karma dişlenmeye geçiş döneminde 2,5 yıl boyunca takip etmişlerdir. Süt dişlenme döneminde, tüm hastalarda mandibular retrüzyon ve/veya mandibular boyutlarda yetersizlik olduğu saptanırken, karma dişlenmeye geçişle beraber mevcut durumun ağırlaştığını saptamışlardır. Bu bulgulara ilave olarak maksiller büyümenin de Sınıf I bireylere oranla hızlandığı, kondilin daha geri ve aşağı yönde konumlandığı ve sonuç olarak mandibulanın posterior rotasyon yaptığı bildirilmiştir. Bu bulgulara göre araştırmacılar, Sınıf II maloklüzyonda tedaviye erken başlanmasını önermişlerdir.

Sınıf II vakaların dik yön boyutlarına göre gruplandırılarak morfolojik değişimlerin uzun dönemde incelendiği bir çalışmada; 9-18 yaşları arasında, dik yönü düşük vakalarda mandibulanın anterior rotasyon gösterdiği, ANB ve dik yön açılarının ilerleyen yıllarda azaldığı ve böylece Sınıf II anomalinin iyileşme eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Chung ve Wong, 2002). Bu bulgular Ngan ve ark.'ın (1997) bulgularıyla benzer değildir. Ngan ve ark., Sınıf II vakalarda yaş ile birlikte SNA ve SNB açılarında azalma ve dik yön açısında artma rapor etmişlerdir.

You ve ark. (2001) tedavi görmemiş Klas II, divizyon 1 bireylerin mandibuler büyüme ile meydana gelen dentoalveoler değişikliklerini 8.8 yaşından 17.8 yaşına kadar takip etmişlerdir. Alt dentisyonun potansiyel öne olan hareketini sağlayacak olan mandibulanın öne hareketinin etkisinin, interkusal ilişkiler sebebiyle dentoalveoler kompleksin adaptasyon hareketleri ile kaybolduğunu rapor etmişlerdir. Buna bağlı olarak da büyümekte olan Klas II maloklüzyona sahip bireylerde oklüzyonun birbirinden bağımsız hale getirilerek normal mandibuler büyümeden faydalanılması tavsiye edilmiştir.

1.2. Büyüme ve Gelişim Teorileri-Fonksiyonel Çene Ortopedisi

Stomatognatik sistem yalnızca dişleri değil, alveolar kemik, periodontal dokular, temporomandibular eklemlerle birlikte bu yapılarla ilişkili nöromusküler ve yumuşak dokuları da kapsayan bir kompleksi ifade eder. Kemik dokular, stomatognatik sistemin önemli bir kısmını oluşturur ve çevreden gelen stimuluslara adapte olabilme yeteneğindedir.

Form ve fonksiyon arasındaki ilişkiye dair ilk görüşler Wolff ve Roux'un teorilerine dayandırılabilir. Kemige uygulanan stimuluslar sonucu oluşan trabeküler yapı değişikliği, Wolff prensibine göre belirli bir sayısal düzende kemik doku üzerinde morfolojik yapı değişikliği oluşturacaktır. Fonksiyonel streslerde meydana gelen değişimler, içsel kemik yapılarında farklılaşmaya yol açmakta ve bu durum kemiğin dış formunda da değişimle sonuçlanmaktadır (Graber, 2000). Roux'a göre ise, hücre aktivitesi, mekanik stresler sonucu düzenlenir, kemik yapısındaki değişiklikler hücrelerin apozisyon ve rezorbsiyonu sonucu oluşur ve kemilerdeki apozisyon ve rezorbsiyonlar, bölgesel stres değerleri ile ayarlanır. Sfondrini ve ark. (1996) Roux'un konseptini doğrular şekilde anabolik stimulusların, kemiğin morfolojik yapısı üzerine etkili olduğunu bildirmiştir.

Fonksiyonel matriks teorisi, Dr. Melvin Moss tarafından öne sürülmüştür. Moss'a göre iskeletsel yapıların büyüme ve gelişimi için; dokular, organlar ve

fonksiyon gören boşluklar birincil etken iken, kemik ve kıkırdak yapılar ise sekonder olarak rol oynamaktadır (Moss, 1968; Moss ve Salentjin, 1969). Bu teoriye göre, kraniyofasiyal iskeletsel yapılar da uzun kemikler ve genel vücut büyümesiyle benzer olarak fonksiyonel ihtiyaçlara göre şekillenmektedir. Bu teoriye örnek olarak dişlerin alveolar kemiğin gelişimini stimüle etmesi veya temporal kas gelişiminin koronoid çıkıntının gelişimini stimüle etmesi verilebilir. Veya daha büyük çapta bakarsak hidrocefaliye sahip bireylerde nörocranial kapsül birincil olarak büyür ve sonrasında kafatası nöral kütleye eşlik edecektir. Ancak Moss'un teorisi fonksiyonel ihtiyaçların ve yumuşak dokulardaki değişimlerin, iskeletsel yapılara nasıl aktarıldığını açıklamakta yetersiz kalmaktadır (Proffit, 2013).

Alt çeneyi önde konumlandırmak için tasarlanan apareylere baktığımızda, Kingsley 1880 yılında ön dişlere yapıştırılan akrilik rehber düzlemlerden oluşan "bite jumping" apareyini tanıtmıştır. Pierre Robin 20. yüzyılın başlarında, yine kendi adıyla anılan Pierre Robin sekansı'na sahip yenidoğanlarda, küçük ve geride konumlanmış olan mandibulayı ileri alabilmek için hareketli "monoblok" apareyini tanıtmıştır.

Andresen (1910), yaz tatili öncesi sabit tedavisini sonlandırdığı kızına, mandibulayı 3-4 mm önde konumlandıran bir modifiye hawley apareyi tasarlamış ve retansiyon amacıyla apareyi sadece gece takmasını söylemiştir. Tatil dönüşünde ise apareyin, kızının profilinde olumlu değişiklikler yaptığını ve sagittal yöndeki ilişkinin düzeldiğini fark etmesi üzerine tasarladığı apareyi birkaç hastasında daha denemiş ve sonucun stabil olduğunu gözlemiştir. Sagittal yöndeki bu etki, protraktör ve elevatör kasların aktivitelerinde artış ve aynı zamanda retraktör kasların gevşemesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Andresen, 1936; Andresen ve ark.,1957).

Roux'un çalışmalarını takip eden histolog Häupl, Andresen'in aygıtının Roux'un konseptinin klinik olarak doğrulanması olarak değerlendirdi. Aygıt ile hem mandibulanın büyüme yönü ve miktarı ile ilişkili ortopedik etki hem de nöromusküler yapılardaki adaptif değişiklikler sonucu fonksiyonel etki

oluşturduğundan ikili birlikte çalışarak "aktivatör" adını ortaya çıkardı ve bu tedavi "Fonksiyonel Çene Ortopedisi" olarak adlandırıldı (Andresen ve Häupl, 1936). Araştırmacılara göre, apareyin aktivasyonunun postural istirahat konumunu geçmeyecek şekilde yapılmasıyla myotatik refleks aktive olacak ve izometrik kas kasılmaları ortaya çıkacaktır. Yani kasların boyu değişmemekle birlikte, tonuslarında değişim gözlenecektir. Tonus değişikliğiyle ortaya çıkan kuvvet, aparey aracılığı ile dişlere ve alveol kemiğe aktarılmaktadır. Sonuç olarak apareyin çalışma mekanizması kaslar tarafından oluşturulan kinetik enerjiyle olacaktır (Andresen, 1936, Andresen ve Häupl, 1936).

Mandibular retrüzyona bağlı sınıf II maloklüzyonlarının büyüme ve gelişim dönemindeki tedavilerinde hareketli fonksiyonel ortopedik apareyler uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu apareyler ile mandibula gelişimin stimüle edilmesi; kas fonksiyonları, kondil- fossa ilişkisinin değiştirilmesi ve de retrodiskal bölgede metabolik pompa aktivitesinin çoğalmasıyla meydana gelir. Metabolik pompa, mandibula öne alındığında kanlanması yüksek olan posterior ataçmana kan akışını artırır ve mandibula geri gelirken yıkım ürünlerinin atılmasını sağlar (Graber, 2000).

Petrovic (1984), fasiyal yapıların büyümesini açıklayabilmek amacıyla servosistem teorisini öne sürmüştür. Bu teoriye göre, kondiler büyümenin yönü ve miktarındaki farklılıkların, maksillar dental ark sabit kabul edilmiştir ve üst dental arkın sürekli değişen referans girdileriyle, alt dental arkın kontrol edilebileceğini savunmuştur. Üst dental arkta meydana gelen farklılıklarla ortaya çıkan deviasyon sinyali , alt dental arka iletilir ve çiğneme kaslarındaki (özellikle lateral pterygoid) aktivite değişikliği sonucu, kondiler kartilajın büyüme hızı ve miktarında değişiklik olur. Büyümeyle ortaya çıkan bu değişikliklere benzer olarak, mandibulayı önde konumlandırmak amacıyla kullanılan aygıtlarda kondiler büyümeyi benzer bir mekanizmayla etkilemektedir.

Stutzmann ve Petrovic (1990) ratlar üzerinde yaptıkları çalışmada lateral pterygoid kas ve retrodiskal dokuların temporomandibuler kısmını rezeke etmiştir. Bunun sonucunda mandibuler uzunluk artışı ve kondil kartilajındaki büyüme

miktarının azaldığını rapor etmişlerdir. Lateral pterygoid kas stimülasyonu ve retrodiskal ataçmanın kondiler ve mandibuler büyüme üzerine etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Petrovic (1984) ve McNamara (1973), izometrik kasılmaların, kassal-iskeletsel adaptasyonu sağlayarak, mandibulanın yeni bir kapanış modeli oluşturduğunu savunmuşlardır. Charlier ve ark.'nın (1969) genç ratlarda yaptığı çalışma ile "Lateral Pterigoid Kas Hiperaktivite Teorisi" ortaya çıkmış ve bu teori McNamara'nın (1973) primatlarda yaptığı çalışmayla da desteklenmiştir. Bu çalışmada mandibulanın anteriora konumlandırılması ile bu konuma adaptasyon gerçekleşene kadar lateral pterigoid kasın özellikle superior kısmında aktivite artışı bulunmuş ve superior başın mandibulayı önde konumlandıran temel kas olduğu belirtilmiştir. Petrovic (1984) de, lateral pterygoid kasın aktivitesinin artmasının, kondiler kartilajın gelişimindeki esas etken olduğunu savunmuştur.

Masseter kasının mandibular büyüme üzerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, pubertal dönemde bulunan ratlarda çift taraflı masseter diseksiyonu sonrası, mandibular plan açısının deney grubunda daha yüksek olduğu, kondildeki kondroblastik tabakanın daha ince olduğu ve kondroblastik proliferasyonu gösteren insülin benzeri büyüme faktörü-1 reseptörünün kontrol grubuna göre daha az olduğu saptanmıştır. Çalışmaya göre masseter kasının da mandibula morfolojisi ve büyümesi üzerinde önemli etkinlik gösterdiği fikri ortaya atılmıştır (Yonemitsu ve ark., 2006).

Bu görüşten farklı olarak bazı araştırmacılar ise fonksiyonel ortopedik apareylerin esas etkilerini kasların viskoelastik özellikleri ve yumuşak dokudaki gerilime bağlı olarak gösterdiklerini öne sürmüşlerdir (Selmer-Olsen, 1937; Herren, 1953; Harvold, 1974; Woodside, 1973). Bu düşünceye göre, apareyin oluşturduğu kuvvete ek olarak yumuşak dokularda ikincil bir kuvvet meydana gelmekte ve bioplastik bir süreç başlamaktadır. İskeletsel adaptasyonun oluşmasında sadece kas kontraksiyonları değil, yumuşak dokuların viskoelastik özellikleri de etkilidir. Uygulanan kuvvetin süresi ve miktarına bağlı olarak, viskoelastik reaksiyon esnasında intersitisyel sıvının damar dışına çıkışıyla, elastik liflerde basınç artışı

olmakta, liflerin gerilimine bağılı olarak ise kemikte elastik deformasyon ve yeniden şekillenme görülmekte, bioplastik adaptasyon prosesi başlamaktadır (Rakosi, 1997). Woodside (1973), vertikal yönde postural istirahat pozisyonun çok üzerinde yaklaşık 10-15 mm'lik kapanış mumu alınmasını savunmaktadır. Bu şekilde tasarlanan apareylerde Sınıf II anomalinin düzelmesinde Andresen ve Häupl'un konseptinde olduğu gibi izometrik kasılmalar ve kinetik enerji değil, uzayan ve gerilen kaslara bağılı olarak vizkoelastik özellikler ve potansiyel enerji etkili olacaktır.

1.2.1. FonksiyonelOrtopedik Aygıtların Hazırlanması

Fonksiyonel aygıtların laboratuvar aşamasına geçmeden önce, hastanın klinikteki fonksiyonel muayeneleri, sefalometrik radyograflardaki ölçümleri ve alçı modeller üzerindeki analizleri detaylı bir şekilde yapılmalıdır (Graber 2005)

Fonksiyonel muayene esnasında, postural istirahat konumunun ve freeway space miktarının değerlendirilmesi, aygıtın aktivasyon miktarının tespitinde direkt etkiliyken, istirahat konumundan maksimum interkusal konuma oluşacak üç yönlü sapmalar, aygıtın tasarımında yine önem arz etmektedir. Ayrıca orta hat sapması mevcut ise bu durumun dental mi iskeletsel mi olduğuna karar verilmelidir. Alçı modellerde ise molar ve kanin ilişkilerinin yanında, yine orta hat sapmasına dikkat edilmelidir. Spee eğrisi ve ark boyu sapması da yine alçı modellerde saptanmalı ve kapanış mumu bu durumlar dikkate alınarak alınmalıdır.

Sefalometrik radyograflarda maksilla ve mandibulanın kaideleri ve birbirleriyle ilişkilerinin yanında, büyüme modeli ve keser konumlarının belirlenmesi de aygıtın tasarımı için önemlidir. Özellikle alt keser bölgesinde aygıt üzerinde çeşitli modifikasyonlar yapılabilir (Rakosi 1997).

Fonksiyonel apareylerin yapımı öncesi hastalardan alınacak kapanış sırasındaki mandibulanın sagittal ve vertikal aktivasyon miktarı fonksiyonel tedaviye olan farklı bakış açılarına göre farklılıklar içermektedir. Avrupada yaygın olan düşünce

problemin ağırlığıyla alakalı olarak 3-6 mm' lik sagittal aktivasyon olarak kabul görürken vertikal aktivasyon miktarı konusunda net bir uzlaşma bulunmamaktadır (Graber, 2005).

Vertikal yönde hastanın istirahat konuşma aralığı sınırlarını aşmadan alınacak kapanışta hasta ağızını kapattığında ve aparey üzerinde dişlerini konumlandığında normal olarak etkili olacak ağız kapatıcı çiğneme kaslarına ek olarak, myotatik refleks aktivite de uyarılacak ve hastanın aygıtlı ağız kapama hareketi sırasında devreye girecektir. Bu şekilde tutuculuğu zayıf olan bir aktivatörle de birlikte bahsi geçen refleks kasılmalar artacak ve hasta uyku sırasında dahi aparey ağızına düştüğünde oluşturulmuş şartlandırmayla apareyi yeniden olması gereken yere hareket ettirirken mandibulasını da doğal olarak önde konumlandıracaktır (Woodside, 1977).

Sagittal aktivasyon miktarıyla ilgili olarak Klas I molar ilişkide, keserler başa baş ya da en ileri konumdan 3-4 mm geride olacak şekilde pek çok tasarım önerilmiştir. Bununla beraber mandibulayı tek bir seferde ya da kademeli olarak aktive etme konusunda da farklı görüşler mevcuttur (Graber, 2005).

Karwetzky (1967), sagittal sapmanın fazla olduğu durumlarda mandibulada tek seferde yapılan aktivasyondan ziyade 12-16 hafta aralıklarla yapılan 3 mmlik kademeli aktivasyonun hastada daha iyi bir kooperasyon sağlanmasının yanında istenmeyen alt keser protrüzyonlarını da azaltacağını öne sürmüştür (Graber, 2005). Bu fikirle uyumlu olarak McNamara ve Bryan (1987) maccaca mulata maymunlarında gerçekleştirdikleri uzun dönem takip çalışmasına göre 4-5 mmlik sagittal aktivasyondan 6 ay sona aygıtlarda bir miktar daha aktivasyon yapılmıştır. 48 haftalık takip sonucunda kademeli aktivasyon ile dental etkilerin azalacağı ve iskeletsel etkilerin artacağı bildirilmiştir.

Twin block ve Fraenkel 2 aygıtlarının kraniyofasiyal etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, sagittal aktivasyon 4-6 mm olacak şekilde tek aşamada yapılmış ve her 2 tedavi grubunda da maksillanın büyümesinin kontrol

grubuna göre azaldığı bildirilmiştir (Toth ve McNamara, 1999). Araştırmacılar, fonksiyonel aygıtların maksilla üzerindeki "headgear etkisi" nin tek aşamada sagittal aktivasyon yapılan hastalarda daha fazla görüldüğünü rapor etmiştir.

Elgoyhen ve ark. (1972) 16 tane genç maccaca mulata maymunu üzerinde yaptıkları çalışmada, 2, 4 ve 6 mm'lik sagittal aktivasyonu tek seferde gerçekleştirmişler ve 5 aylık uygulama döneminden sonra, kondiler gelişimin sadece ilk 3 ayda arttığını son 2 ayda kontrol grubuyla kondiler büyüme arasında fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Histolojik çalışmalara baktığımızda ise; Rabie ve ark. (2003) 250 sprague dawley ratı üzerinde, kademeli aktivasyon ve tek aşamalı aktivasyonun mezenkimal hücre proliferasyonu ve glenoid fossadaki kemik oluşumunu inceledikleri çalışmalarında, ilk aşamada kademeli aktivasyon grubunda tek aşamalı aktivasyon yapılan gruba göre daha az hücre proliferasyonu olduğu, ancak ikinci aktivasyondan sonra bu değerlerin tek aşamalı aktivasyon grubundakilerin üzerine çıktığını, dolayısı ile araştırmacılar kademeli aktivasyon yapılması gerektiğini bildirilmişlerdir.

Shum ve ark. (2004) ratlarda yaptıkları çalışmaya göre, kademeli aktivasyon grubunda 37.günden itibaren hem vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF)'nin hem de yeni kemik oluşumunda artış bildirmişlerdir. Bu etkinin de en üst seviyeye 60. günden itibaren çıktığını rapor etmişlerdir. Leung ve ark. (2004) yine rat çalışmasına göre 30. günden sonra kademeli aktivasyon ve mekanik yüklemde yapılan değişikliklerle damarlanmanın arttığını ve tek aşamalı aktivasyon grubu ve kontrol grubuna göre kademeli aktivasyon ile kondrosit stimülasyonunun daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

1.2.2. Tedavi Zamanlaması

Sınıf II maloklüzyonların, ortopedik tedavisine bazı araştırmacılar pre-adolesan dönemde başlanmasını savunurken (Dewel, 1964; Jacobsson, 1967), bir diğer görüşe

göre ideal tedavi dönemi büyüme hızının daha fazla olduğu adolesan dönemdir (Ricketts, 1960).

Tedaviye erken başlanması avantajları: Genç yaşlarda, kraniyofasiyal kompleksin adaptif kapasitesinin yüksek olması ve kooperasyonun daha iyi olması King ve ark. (1989) tarafından öne sürülmüştür.

Erken dönemde görülen ortopedik etkinin daha fazla olmasının olası sebepleri arasında:

- 1) Kemiklerin daha az mineralize olmasına bağlı kolay deforme olabilmesi (Glass,1961)
- 2) Sutura ve ligamanlardaki hücresel aktivitenin daha fazla olmasına bağlı olarak hızlı biyolojik cevap alınması ve büyüyen hücrelerin dışsal kuvvetlere cevabının daha fazla olması (Reitan, 1954) gösterilebilir.

Bu görüşler doğrultusunda Björk (1972), büyümenin en aktif dönemi olan adolesan dönemde tedaviye başlanması gerektiğini, böylece hücresel cevabın ve adaptif kapasitesinin yüksek olmasına bağlı olarak daha kısa sürede etkili cevap alınabileceğini bildirmiştir.

Buna karşıt görüş olarak gelişimin erken dönemlerinde tedaviye başlanması gerektiğini savunan araştırmacılar ise karma dişlenme ve sonraki dönemlerde, dentoalveolar gelişimin fazla olmasının elde edilecek iskeletsel etkilerden çok dişsel etkileri artıracığını düşünmektedir (King ve ark., 1989; Jacobsson, 1967).

Servikal vertebral maturasyon evrelerine göre , twin block aparatı ile oluşan kraniyofasiyal değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, tüm gelişim dönemlerinde iskeletsel olarak belirgin değişikliklerin elde edildiği ancak iskeletsel etkinin en çok CS3 evresi yani pubertal büyümenin en hızlı olduğu dönemde olduğu bildirilmiştir (Khoja ve ark., 2016). Bacetti ve ark. (2000)'da pubertal büyüme atağını yapmakta olan bireylerde mandibula boyutlarındaki artışın daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Arat ve ark. (1988), 20'si kız ve 21'i erkek toplam 41 sınıf II divizyon 1 bireyden oluşan ve aktivatör-headgear kombinasyonu ile tedavi edilmiş hastalar üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, erken dönem, büyüme atılımı öncesi, büyüme atılımı dönemi ve büyüme atılımı sonrasında meydana gelen etkileri karşılaştırmış ve en önemli iskeletsel etkinin büyüme atılımı dönemi ve sonrasında görüldüğünü belirtmişlerdir. Buna göre, tedavi için en uygun dönem büyüme atılımı dönemi olsa da, atılımın tamamlanmasından sonra da ortopedik tedavilerden cevap almak mümkün olabileceğini bildirmişlerdir.

1.2.3. Fonksiyonel Ortopedik Aygıtların Günlük Kullanım Süresi

Petrovic ve Stutzmann (1997), aygıtların kullanım süresinin aygıtın tasarımına göre değiştiğini söylemiş, postural hiperpropulsor, twin block, Fraenkel gibi aygıtların tüm gün kullanılması gerektiğini savunmuştur. Oudet ve Petrovic (1978)'in postural hiperpropulsorların ratlar üzerinde etkilerini 4 hafta boyunca inceledikleri çalışmalarında lateral pterygoid kas liflerinde yavaş miyozin hafif zincirinde artış olduğunu, buna bağlı olarak da tedaviyle kas liflerinin yorgunluğa daha dayanıklı hale geldiğini bildirmiştir. Aygıt çıkarıldığında ise, oluşan sinyal kesintiye uğramakta, lateral pterygoid kas aktivitesi azalmakta ve buna bağlı olarak kondiler kartilajdaki büyüme hızı da azalmaktadır. Bu yüzden elde edilen etkinin kesintiye uğramaması için aygıtın tüm gün kullanımı önerilmiştir.

Vertikal yönde kapanışın 10-15 mm açıldığı Herren veya Harvold-Woodside tipi aktivatörlerin yarı zamanlı kullanımı önerilmektedir. Bunun sebebi; bu tip aktivatörlerin mandibulayı önde konumlandırma mekanizmasıyla ilgilidir. Aygıtlar takıldığı süre boyunca, mandibulanın önde konumlanmasına bağlı olarak lateral pterygoid kasın boy uzunluğundaki artış azalmakta ve aygıtlarla birlikte oluşan yeni duysal engrama göre mandibula önde konumlanmaktadır. Aygıt ağızdan çıkarıldığında, mandibula duysal olarak yeni konumunda kapanış göstermek isteyecektir, bu da retrodiskal dokularda aktivite artışı ve kondiler kondroblastik

hipertrofiye yol açar. Yani aygıt ağızda değilken de etkinlik devam etmektedir (Petrovic ve Stutzmann, 1997).

Mandibulayı eleve eden kaslar üzerinde yapılan EMG çalışmasında, aktivatörle tedavi edilen 15 adet sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip çocukta, en fazla aktivite artışı yutkunma sırasında gözlenmiştir. Buna göre gün içerisinde yutkunma eyleminin fazla olmasına bağlı olarak aygıtların da gün içinde kullanılmasının kassal uyumu artıracakını öne sürmüştür (Miralles ve ark., 1988).

Ahlgren(1978)'in benzer bir grup üzerinde gerçekleştirdiği diğer bir EMG çalışmasında da, aktivatörün gün içerisinde kullanımıyla, protraktör kaslarda aktivite artışı olduğu ancak retraktör kasların aktivitelerinin azaldığı belirlenmiştir. Apareyin geceleri kullanımıyla ise, kaslarda fonksiyonel stimulus kaydedilemediğini, aygıtın yumuşak dokuların geriliminden doğan kuvvetlerle etki gösterdiğini rapor etmiştir.

Fraenkel ve Fraenkel'e göre (2001) de fonksiyonel apareyler sadece gece kullandırıldıklarında nöromusküler adaptasyon için gerekli kas eğitimi ve yeniden programlanma mümkün olmamaktadır.

1.2.4. Sınıf II Maloklüzyonun Fonksiyonel Apareylerle Tedavisinde Meydana Gelen Ortopedik ve Ortodontik Değişiklikler

Hareketli fonksiyonel apareyler, kondil- fossa ilişkisini ve nöromusküler yapıların aktivitesini değiştirerek mandibula kaynaklı sınıf II maloklüzyonların tedavisinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Fonksiyonel apareylerin etki mekanizması ile ilgili pek çok çalışma olmasına karşın, sonuçlar halen tartışmalıdır (Woodside ve ark., 1987).

Woodside ve ark.'a (1987) göre Sınıf II anomalinin tedavisinde kullanılan fonksiyonel apareyler etkilerini aşağıdaki değişiklikleri yaparak gösterirler:

- * Dentoalveoler değişiklikler,
- * Maksiller gelişimin azaltılması,
- * Mandibuler büyümenin indüklenmesi,
- * Kondiler büyümenin yönlendirilmesi,
- * Ramal formun defleksiyonu,
- * Mandibuler büyümenin horizontale kayması,
- * Nöromusküler anatomi ve fonksiyonda değişiklikler ve
- * Glenoid fossa konumunda adaptif değişikliklerdir.

Apareylerle kondiler kartilaj proliferasyonu ve mandibuler uzunluk artışı hayvan çalışmalarıyla gösterilmiştir (Charlier ve ark., 1969; McNamara, 1973; McNamara ve Bryan, 1987) . Fonksiyonel tedavi ile kondiler büyüme yönünün değiştii (Williams ve Melsen, 1982a; Birkebaek ve ark., 1984) ve buna bağlı olarak da mandibulanın belirli bölgelerinde remodelasyon ile mandibula formunda değişiklik oluştuğu bildirilmiştir (Petrovic, 1974).

Mandibulanın toplam büyümesinin genetik olarak belirlendiği ve fonksiyonel apareylerin önceden belirlenmiş morfogenetik paterni değiştirmeksizin sadece mandibulanın büyüme hızını arttırdığını ve final boyutuna daha erken ulaşmasını sağladığını söyleyen çalışmalar da literatürde mevcuttur (Johnston, 1996; Rabie ve ark, 2003a).

DeVincenzo (1991) fonksiyonel apareylerle tedavide asıl klinik hedefin, mandibula uzunluğunun artması ya da glenoid fossanın anteriora yer değiştirmesinden çok, pogonion'un öne gelmesi olduğunu belirtmiştir.

Özdiler ve Akçam (2000) sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip 49 birey üzerinde yaptıkları çalışmada, aktivatör tedavisi ile mandibular kondilin sagittal yön büyümesinde istatistiksel bir anlamlılık rapor etmemişlerdir. Ancak kondilin üst

kısımında belirledikleri anlamlı büyümenin aktivatör tedavisinde kondiler adaptasyonun oluşmasına yol açabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmayla benzer olarak Ruf ve ark. (2001)'nın yapmış olduğu bir çalışmada aktivatör kullanımıyla kondilin vertikal büyümesinin arttığı ancak kontrol grubuyla kıyaslandığında sagittal büyüme miktarlarının benzer olduğu rapor edilmiştir.

Rhesus maymunları üzerinde yapılan çalışmada, mandibular ilerletme ile kondil büyüme hızı ve miktarında artış rapor edilmiştir. Aynı çalışmada maksiller vertikal büyümenin inhibe edildiği, mandibular dental arkın mesiale hareketi, ve maksiller bukkal dişlerin ileri ve aşağı hareket etmesinin engellendiği de rapor edilmiştir (Elgoyhen ve ark., 1972).

Rabie ve ark.(2003a), 5 haftalık 165 tan rat üzerinde mandibulayı öne alan bite-jumping apareyi kullanımında, gelişen kondillerde tip 2 kollajen için gen ekspresyonunu aktive ederek mezenşimal hücrelerin, kondrositlere farklılaşmasını düzenleyen SOX 9 transkripsiyon faktörünü ve tip 2 kollejen miktarını incelemiş, kontrol grubuna kıyasla hem SOX 9 hem de tip 2 kollajen miktarında artış gözlemlemiştir. Araştırmacılar, mandibulanın ileri konumlandırılmasının mandibular kondildeki matriks formasyonunu arttırdığını ve bu durumun normal büyüyen bireylerde görülmediğini söyleyerek, fonksiyonel aygıtların mevcut paternin ötesinde etki gösterdiğini bildirmiştir. Rabie ve ark.(2001)'ın yaptığı bir diğer rat çalışmasında mandibular ilerlemeyle meydana gelen etkinin sadece kondil ile kısıtlı kalmadığı, osteoprogenitör hücrelerin farklılaşmasıyla glenoid fossanın özellikle posterior bölgesinde de remodelling olduğu gösterilmiştir.

Hareketli ve sabit fonksiyonel apareylerin etkilerinin değerlendirildiği Cozza ve ark. (2006) tarafından yapılan sistematik derlemede mandibula boyutlarının bu apareylerle artırabildiği bildirilmiştir. Hareketli fonksiyonel apareyler sırasıyla Twinblock (0.23 mm), bionatör (0.17 mm), monoblok (0.12 mm) ve Fraenkel apareyi de (0.09 mm) aylık mandibuler boyut artışı ortalama olarak göstermiştir.

Patel ve ark. (2002) fonksiyonel apareylerin iskeletsel ve dental sonuçlarını inceledikleri çalışmada, mandibulanın horizontal büyüme paterni gösteren bireylerde daha başarılı sonuçlar alındığını rapor etmişlerdir. Ayrıca vertikal yüz yüksekliğinin daha az olduğu, kısa ramusa sahip bireylerdeki iskeletsel sonuçlar daha başarılı olarak bildirilmiştir. Bir başka çalışmada fonksiyonel tedavi sonrası kraniyal kaide açısında artma bildirilmiştir (Courtney ve ark., 1996). Daha güncel olarak, Handa ve ark.'ın (2013) yaptıkları çalışmaya göre aktivatör tedavisinin düşük gonial açılı ve mandibular düzlemin daha düz olduğu vakalarda daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Mandibular kaynaklı sınıf II maloklüzyonun tedavisi yalnızca mandibulanın sagittal ön gelişiminin stimüle edilmesini içermez, aynı zamanda maksillanın gelişiminin inhibisyonu da hedeflenmekte ve tedavi sonuçları açısından önemlidir. Aygıtların maksilla üzerinde headgear etkisi görülecektir (Vargervik ve Harvold, 1985; Luder, 1982; Pancherz, 1982; Pancherz, 1984). Novruzov ve Özdiler (2006), yaptıkları çalışmada S-Na mesafesi artışının aktivatör tedavisi ile sınırlandırıldığı ve nazomaksiller kompleksin de etkilenebileceği sonucunu bildirmiştir. Altuğ ve Özdiler (1988), aktivatör headgear kombinasyonu, U-Bügel aktivatör, edgewise sabit mekanik tedavi ve kontrol grubunu karşılaştırdıkları çalışmalarında kontrol gruba kıyasla diğer gruplarda SNA açısında düşüş tespit etmişlerdir.

Pancherz (1984), aktivatör kullanımıyla meydana gelen düzelmenin iskeletsel ve dental yapıların eşit oranda katkı sağladığını ve overjetteki 5 mm'lik düzelmenin 2.4 mm'sinin mandibulanın ileri hareketi, 2.5 mm'sinin üst keser dişin retrüzyonu, 0.1 mm'sinin ise alt keser protrüzyonuyla olduğunu bildirmiştir.

Cozza ve ark. (2004) ise, aktivatörün dişsel ve iskeletsel etkisini inceledikleri çalışmalarında, her iki etkinin de anomalinin düzeltiminde rol oynadığını ancak iskeletsel etkinin (%70) baskın olduğunu ve bu etkinin özellikle mandibuladan (%73) kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Lund ve Sandler (1998) de yapmış oldukları prospektif kontrollü çalışmada, twin block kullanımıyla en belirgin iskeletsel değişimin Ar-Pog mesafesinin 5.1 mm artması olduğunu bildirirken, overjetteki düzelmenin mandibulanın ileri hareketinin yanı sıra üst keserlerin retroklinasyonu (10.8°) ve mandibular keserlerin proklinasyonu (7.9°) ile ortaya çıktığı gösterilmiştir. Molar ilişkisinin düzelmesinde de üst molarların distalizasyonu ile beraber alt molarların mezializasyonu etkili olmuştur.

Mandibuler keserlerin protrüzyonu da aynı şekilde istenmeyen, ancak elimine edilmesi de neredeyse imkansız olan bir yan etki olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Harvold ve Vargervik, 1971; Bishara ve Ziaja, 1989; Altenburger ve Ingerval, 1998).

Bazı araştırmacılar, bukkal bölge dişlerinin selektif olarak erüpsiyonu ile sınıf II anomalinin düzelebileceğini bu yüzden de fonksiyonel apareyleri dişsel etkilerinden faydalanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Bunun sağlanması için maksiller bukkal segmentlerin erüpsiyonlarının engellenmesi ve mandibuler bukkal bölgenin mesial ve vertikal erüpsiyonuna izin verilmesi önerilmiştir (Harvold ve Vargervik, 1971, Woodside, 1977). Bukkal bölge dişlerinin vertikal konumundaki 3-5 mm'lik erüpsiyonları ile Sınıf II maloklüzyonun Sınıf I oklüzyona geçebileceğini ancak bu uygulama horizontal büyüme paterninin vertikale kayması anlamına da geleceğinden iskeletsel anomalisi olan sınıf II maloklüzyonlu vakalar ve dik yön boyutları artmış vakalarda önerilmemiştir (Woodside, 1977). Benzer olarak büyüyen bir bireyde olduğu gibi bukkal bölgenin relatif intrüzyonu ile mandibula büyümesinin horizontale yönelmesinin sagittal yön anomalilerinin tedavisinde büyük fayda sağlayacağı da belirtilmiştir (Lundstrom ve Woodside, 1983).

1.2.5. Fonksiyonel Apareylerin Çiğneme Kaslarına Olan Etkileri

Fraenkel ve Fraenkel (2001), kraniofasiyal iskeletin uyumlu bir büyüme sergileyebilmesinin antagonist işlev gören kasların fonksiyonları arasındaki dengeye bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Fasiyal formda meydana gelen değişiklikler

bakımından sadece fizyolojik kas fonksiyonu ya da disfonksiyonu değil, aynı zamanda karşılıklı çalışan kas gruplarının bazal tonuslarının da önemini vurgulamışlardır. Kasların fonksiyonlarının dentofasiyal gelişim üzerine olan etkilerinin biyolojik olarak doğru değerlendirilebilmesi için mutlaka kas fonksiyonlarını düzenleyen ve kontrol eden merkezi sinir sistemi ile birlikte düşünülmesi gerektiği ve tedavinin nöromusküler değişiklikler oluşturabilmesinin merkezi sinir sisteminin etkilenmesine bağlı olduğu göstermişlerdir.

Andresen'e (1936) göre, aktivatör tedavisinde Sınıf II, divizyon 1 vakalarında zayıf olan mandibulayı ileri alan kaslar stimule olurken, retraktör kaslar inhibe olmaktadır. Eschler'in (1952) kasların gerilim refleksine dayanan teorisi ise bundan farklıdır. Sınıf II vakalarının tedavisinde aktivatör tarafından gerilen retraktör kaslar stimule olmaktadır.

Oudet ve Petrovic (1988), mandibulanın hiperpropulsor ile ileri alındığı rat çalışmalarında, 4 haftalık tedavi sonunda mandibulanın protraktör kası olan lateral pterygoid kasta yorulmaya dayanıklı liflerin sayısının arttığı, tip II liflerden orijin alan miyozin hafif zincirinin de sayıca çoğaldığı gösterilmiştir. Yani 4 hafta boyunca 8 saatlik sürelerle fonksiyonel aygıtların kullanılmasıyla lateral pterygoid kasın sarkomerlerinde boyutsal olarak kısalma izlenmiş, kasın azalan tonusunun ve kontraktil kuvvetin yeniden temini için ise kasta yeni sarkomer oluşumu meydana gelmiştir. Böylelikle mandibulanın tekrarlayan ileri hareketine adaptasyon sağlanmış ve aygıt takılmadığı zamanlarda bile mandibular konum korunmuştur. Charlier ve ark.'nın (1969) genç ratlarda yaptığı çalışma ile "Lateral Pterigoid Kas Hiperaktivite Teorisi" ortaya çıkmış ve bu teori McNamara'nın (1973) primatlarda yaptığı çalışmayla da desteklenmiştir. Bu çalışmada mandibulanın anteriora konumlandırılması ile bu konuma adaptasyon gerçekleşene kadar lateral pterigoid kasın özellikle superior kısmında aktivite artışı bulunmuş ve superior başın mandibulayı önde konumlandıran temel kas olduğu belirtilmiştir. Temporal kasın posterior kısmının EMG aktivitesinde ise azalma tespit edilmiştir.

Ahlgren (1978), yaptığı EMG çalışmasında, aygıtın tüm gün kullanımıyla protraktör kasların stimüle olurken, retraktör kasların aktivitesinde azalma rapor edilmiştir. Ancak aygıtın gece kullanımında her 2 kas grubunda da aktivite değişikliği kaydedilememiştir. Ahlgren ve ark. (1973) bir diğer araştırmasında, Sınıf II vakalarda dengeli kas aktivitesi izlenmekle beraber bazı vakalarda temporal aktivitenin daha baskın olması sebebi ile kapanışa geçilirken retrüziv bir kuvvet vektörü oluşabileceğini, ancak bununla beraber çiğneme ve yutkunma sırasında temporal ve masseter kaslarında kas aktivitesinde azalma olduğunu saptamışlardır.

Bir diğer çalışmada, aktivatör tedavisi sonrası temporal kas aktivitesinde dış sıkma sırasında azalma bildirilmiştir. Temporal kasın istirahat konumunda ise belirgin bir değişiklik belirtilmemiştir ve araştırmacılara göre fonksiyon sırasında izlenen bu aktivite azalması stabil olmayan oklüzyonla ilişkilendirilmiştir (Ingervall ve Thüer, 1991).

Hiyama ve ark. (2000), Herbst aygıtı ile kaslardaki aktive değişikliklerinin elektromiyografi ile değerlendirdikleri çalışmalarında, aygıtın kullanılmasını takiben lateral pterigoid kas aktivitesinin arttığını; ancak 4-6 ay sonrasında bu aktivitenin belirgin olarak azaldığını rapor etmişlerdir.

Easton ve Carlson (1990) ratlarda mandibulayı önde konumlandıran apareyler ile kas liflerinde meydana gelen değişimler ile lateral pterigoid kasın tonik (postür) aktivitesinde, masseterin üst kısımlarının da fazik aktivitelerinde değişiklik olduğunu bildirmiştir. Ancak temporomandibuler eklemden meydana gelen değişikliklerin lateral pterigoid kas aktivitesi sayesinde mi yoksa mandibulanın önde konumlanmasına bağlı gelişen mekanik etkilerden mi olduğu konusundaki çelişkilerin devam ettiğini de belirtmiştir.

Primatlar üzerinde Yamin-Lacouture ve ark. (1997), Twin-Block, Fraenkel ve Herbst aygıtlarını kullanarak yaptıkları çalışmada, hem istirahat hem de fonksiyonlar sırasında lateral pterigoid kas aktivitesinde düşüş rapor etmişlerdir.

Kiliaridis ve ark.(2010) twin block kullanımıyla masseter kas kalınlığında oluşan değişimleri ultrasonografi ile incelemiş ve tedavi sonunda kas kalınlığının kontrol grubuna kıyasla daha ince olduğunu, kısmi atrofiye uğradığını gözlemlemişlerdir.

Aggarwal ve ark. (1999), twin block kullanımıyla elevatör kas aktivitelerinde görülen değişimleri yine EMG ile incelemiş, twin-block gibi kullanımı daha rahat olan apareylerin tüm gün kullanılması ile kaslarda meydana gelen adaptasyonların daha olumlu olacağı belirtilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, istirahat konumunda, yutkunma esnasında ve diş sıkma durumunda, masseter kas aktivitesinde belirgin artış olmakta, temporal kas aktivitesinde de daha az olmakla birlikte bir artış izlenmektedir.

1.2.6. Fonksiyonel Çene Ortopedisi ve Merkezi Sinir Sistemi İlişkisi

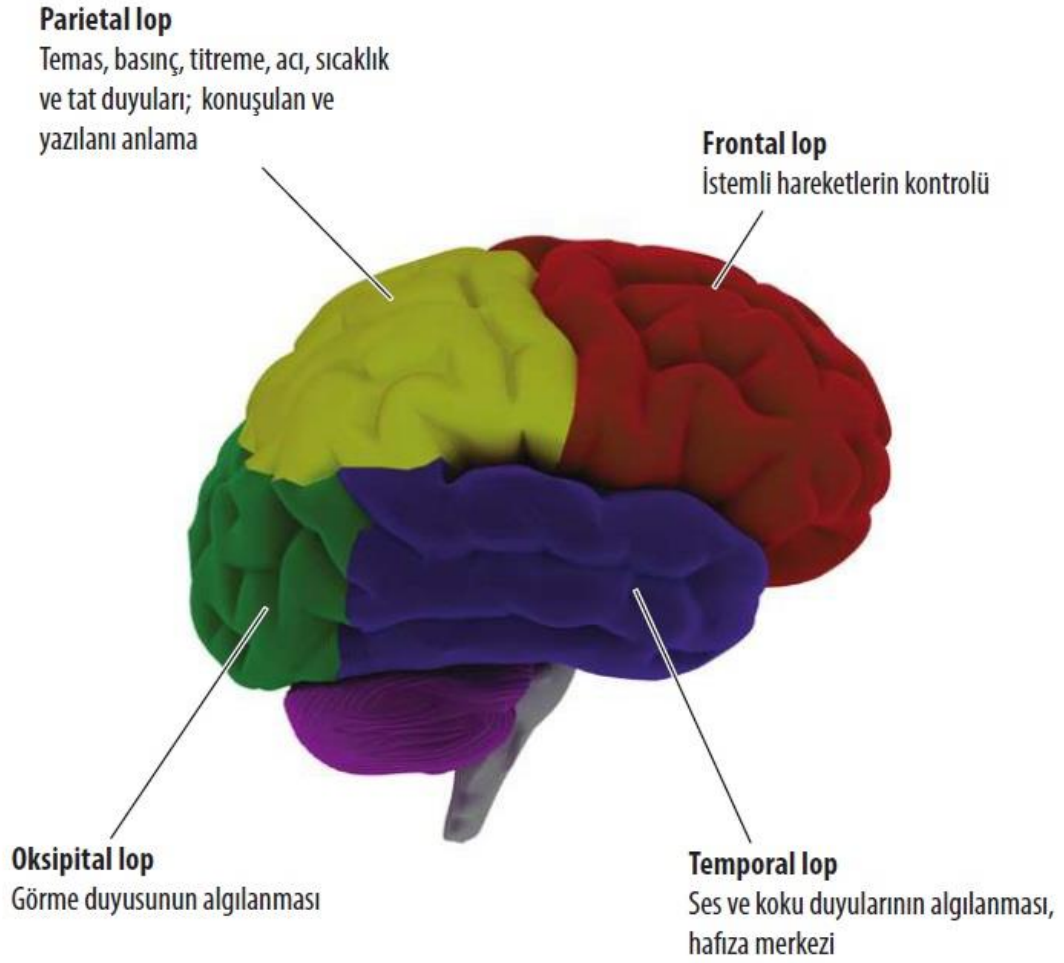
Fonksiyonel çene ortopedisi ile yalnızca dişsel ve iskeletsel düzeltilmeler değil; ayrıca aygıtların ağızda bulunduğu sürece dişlerde, periodonsiyumda, kaslar ve eklemlerde bulunan reseptörlerin uyarılarak merkezi sinir sisteminin devreye girmesiyle birlikte hastaya yeni bir fonksiyon tarzı öğretmek morfolojik değişiklikler elde etme amacı literatürde belirtilmiştir (Petrovic 1974).

Bu yaklaşıma bir başka örnek Fraenkel tarafından tasarlanmıştır. Fraenkel 2 apareyinde aygıt ağızdayken mandibula retrüviz konumuna gelmeye çalışıldığında alveol çıkıntılarında basınç algısı oluşur. Bu algı dişeti ve altındaki periosteum üzerindeki proprioseptörleri aktive eder ve protrüviz kaslar bu rahatsız edici durumu elemine etmek için stimüle olur, alt çeneyi protrüze ederler. Reseptörler tarafından oluşan bu rahatsızlık merkezi sinir sistemi tarafından değerlendirilir ve negatif feedback oluşarak beyin alt çenenin olması gereken konumunu basınç algısının oluşmadığı en rahat konumunun Sınıf 1 kapanışı olduğunu öğrenebileceği bildirilmiştir (Fraenkel ve Fraenkel 1989).

1.2.7. Ön Beyinin (Cerebrum) Genel Yapısı

Çalışmamızda ön beyin üzerinde fonksiyonel MR görüntüleri üzerinde incelemeler yapıldığı için ön beyin ile ilgili temel anatomik bilgiler aşağıda verilmiştir.

Ön beyin sağ ve sol yarım küre (hemispherium cerebri) denilen iki ana bölüme ayrılmıştır. Her iki yarım küre, fissura longitudinalis cerebri denilen derin bir yarıkla birbirinden ayrılmıştır. Bu yarığın içerisinde falx cerebri denilen dura mater bölümü ile a. cerebri anterior ve dalları bulunur. İki hemispher birbirinden uzaklaştırıldığında, ikisini birbirine bağlayan Corpus Callosum'u görebiliriz. Arkada cerebrum ile cerebellum arasında ise, yine dura mater'in bir bölümü olan tentorium cerebelli bulunur. Beynin dış yüzeyinde (cortex cerebri) yüzey alanını genişletebilmek için, dış yüzde sulci cerebri denilen çok sayıda olukla birbirinden ayrılmış kabartılara gyri cerebri denilir. Bu oluklar beyni lobi cerebri denilen loblara ayırır. Her iki tarafın hemisferindeki oluklar veya gyruslar birbirinin tam simetriği olmadığı gibi, şahıslar arasında da farklılıklar görülür. Beyin hemisferi, komşu olduğu kafa kemiği isimlerine uygun olarak lobus frontalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, lobus temporalis bölümleri olarak adlandırılır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1.Beynin genel yapısı ve lopları

Şekil 1.1'de kırmızı renkle gösterilen lobus Frontalis, beyin hemisferinin ön kısmında bulunan en büyük lobdur ve beynin her üç yüzünde de bölümleri vardır. Arkada sulcus centralis'e, aşağıda ise sulcus lateralis'e kadar uzanır. Sulcus centralis'in ön kısmındaki motor merkezlerin bulunduğu sahaya area precentralis denilir. Area precentralis ön ve arka olmak üzere iki bölgeye ayrılır. Arka bölge primer motor saha olarak bilinir. Ön bölüm sekonder motor (premotor) saha olarak kabul edilir (Moore ve ark., 2018).

Primer motor saha'nın fonksiyonu, vücudun farklı bölümlerine hareket yaptıran impulslar üretmektir. Sekonder motor sahaların fonksiyonu, geçmişteki tecrübeler sonucunda öğrenilen hareketlerin programının depo edilmesidir. Bu nedenle sekonder motor sahalar, primer motor sahaların yaptıracığı hareketlerin programını gönde-

rir. Bu durum, postürel hareketlerin seyrinin kontrolünde görülür ayrıca motor becerilerin gelişmesi, hassas işlerin yapılması ve duyu uyaranlarına karşı oluşan istemli motor aktivite ile de ilgilidir. Yine bu bölgede bulunan Supplemter motor saha ise genellikle karmaşık hareketlerin kontrolü, motor aktivitenin programlanması, planlanması ve başlatılması ile görevlidir (Moore ve ark., 2018).

Motor konuşma merkezi (Broca sahası) frontal lobdaki önemli yapılardan biridir. Bu dominant merkezin harabiyetinde konuşma fonksiyonu durur. Broca'nın konuşma sahası, primer motor saha ile bağlantısı sayesinde kelimelerin şekillenmesinde rol oynar ve larynx, ağız, dil, yumuşak damak ve solunum kaslarına uygun impulsler göndererek motor konuşma fonksiyonunu oluşturur (Moore ve ark., 2018).

Şekil 1.1'de sarı renkle gösterilen Lobus parietalis'in, beynin hem dış hem de iç yüzünde bölümleri vardır. Sulcus centralis'e paralel ve arka tarafında bulunan oluğa sulcus postcentralis denilir ve iki oluk arasında da gyrus postcentralis bulunur. Burası vücudun karşı tarafından gelen duyunun toplandığı yerdir. Lobus parietalis'te bulunan primer duysal sahada vücudun belirli yerlerinden gelen duyunun sonlanacağı sahalara sahiptir. Bu sahaların genişliği organların büyüklükleri ile değil, fonksiyonel önemleriyle ilgili olarak büyümektedir. Sekonder duyu sahası; aldığı çok çeşitli duyunun analiz ve entegre etmektedir. Primer merkeze gelen tüm somatik duyunun buraya da gelmektedir. Primer somestetik sahanın somatik duyunun değerlendirilmesi için bu sahanın yardımına ihtiyacı vardır. Yine okuma merkezi ve tat sahası da Lobus parietalis'te bulunmaktadır (Moore ve ark., 2018).

Şekil 1.1'de yeşil renk ile gösterilen lobus occipitalis diğer loblara göre daha küçüktür, oksipital lob bir piramit şeklinde olup, hemisferlerin arka bölümünü oluşturur. Arka ucuna polus occipitalis denilir. Lobus occipitalis'te primer, sekonder ve tersiyer görme merkezleri bulunur. Primer görme merkezi, renklerin algılanmasını, açıklık, koyuluk, şekil ve hareketlerin görülmesini ve birbirinden ayrılmasını sağlar. Bu fonksiyonları gerçekleştirebilmek için assosiasyon sahaları ile çok sıkı ilişkilere sahiptir. Sekonder ve tersiyer görme merkezleri ise primer görme merkezinden aldığı

duyuları muhafaza ederek, daha sonra görülen aynı yapıyı tanımaktır (görme hafıza merkezi) (Moore ve ark., 2018).

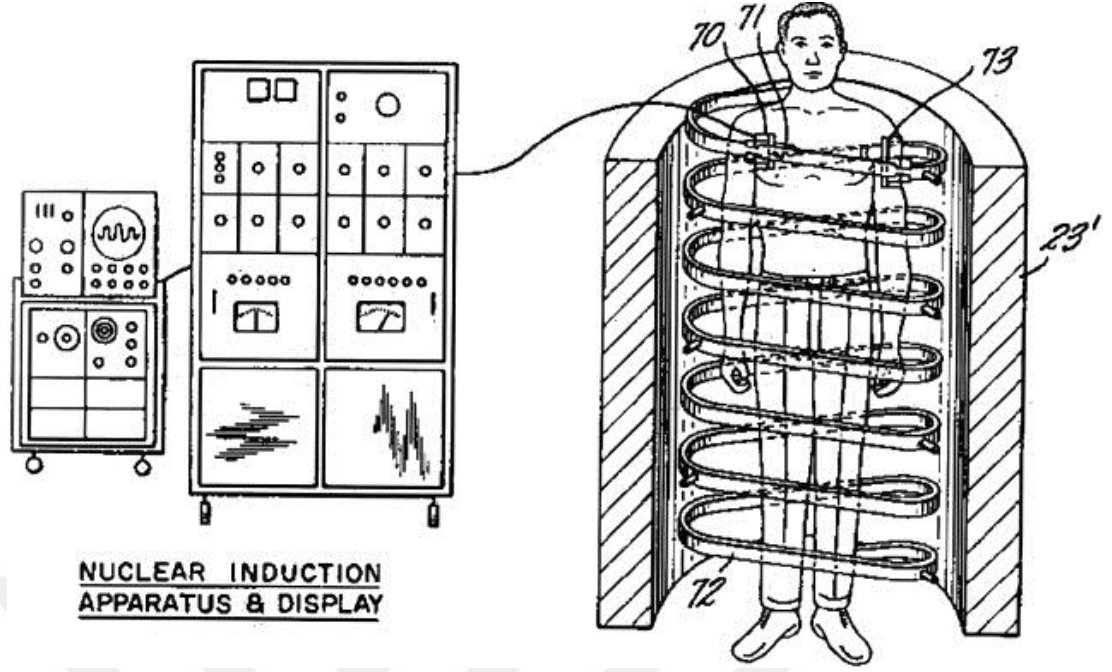
Ön beyinde bulunan bir diğer lob ise Lobus temporalis'tir. Yukarıda, sulcus lateralis ile frontal lobdan; arka-üst kısımda, sulcus lateralis'in arka ucunu polus occipitalis'e birleştiren çizginin ön yarısı ile parietal lobdan; arkada, sulcus parieto-occipitalis'i incisura preoccipitalis'e birleştiren çizginin alt yarısı ile de oksipital lobdan ayrılır. Ön taraftaki çıkıntılı kısmına polus temporalis denilir. Primer ve sekonder işitme merkezleri bu lobda bulunmaktadır. Sekonder işitme merkezi, işitilen sesin veya kelimenin daha önce öğrenilmiş anlamını muhafaza eder. Bu nedenle işitilen seslerin anlamlandırılmasını sağlar yani işitme hafıza merkezidir. Aynı zamanda konuşulacak kelimelerin hafızadan seçilmesinde, cümlelerin oluşturulmasında ve konuşmanın programlandırılmasında (duyusal konuşma sahası) görev alır. Temporal lob'da bulunan kortikal denge sahası, vücut hareketlerinin düzeni ve oryantasyonunda görev alır. Yine temporal lob'da koku merkezi bulunmaktadır (Moore ve ark., 2018).

1.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) çok güçlü bir mıknatıs ve radyo dalgaları kullanılarak görüntü elde edilmesini sağlayan ve iyonizan radyasyon içermeyen kesitsel bir radyolojik inceleme yöntemidir. Hasta sabit bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde vücuttaki protonlar mıknatısın vektörü doğrultusunda paralel ve antiparalel dizilim göstererek dönüş (spin) yapar. Daha sonra radyo dalgaları gönderilerek dokulardaki hidrojen atomlarında sapmalar sağlanır. Radyo dalgaları kesildiğinde ise protonlar mıknatıs doğrultusundaki eski konumlarına tekrar geri döner ve dönerken aldığı enerjiyi geri verir. Bir alıcı vasıtasıyla bu enerji sinyale dönüştürülür. Her doku için oluşan sapma farklı olduğundan, eski konumlarına dönme zamanları da farklı olur. Bu sinyal farklılıkları ile görüntüler oluşturulur. Hidrojen atomu su içeren dokularda fazladır. İnsan vücudunda da su ve yağ bol bulunur. Su ve yağ içerisinde hidrojen atomu en fazla bulunan atom olduğu için,

MRG özellikle beyin, kas-iskelet sistemi ve batin içi organlar gibi solid organların değerlendirilmesinde etkin şekilde kullanılır (Herek ve Karabulut, 2010).

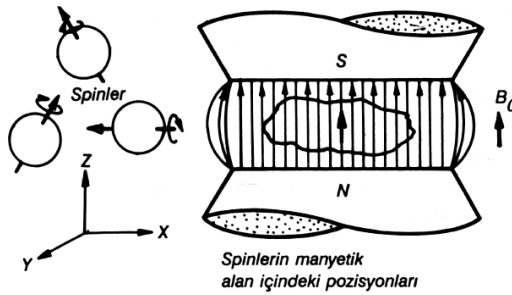
Manyetik rezonans görüntülemenin ortaya çıkmasında 1923'te Wolfgang Pauli'nin, atom çekirdeğindeki protonların spin rezonans hareketini tanımlaması önemli rol oynasa da, tekniğin gelişiminde en önemli rol E.M. Purcell ve F. Bloch'un 1946 yılında bağımsız olarak parafin, mum ve suyun nükleer manyetik rezonans özellikleriyle ilgili kendilerine Nobel ödülü kazandıran deneysel çalışmalara dayanmaktadır. MR fenomeninin tanımlanması, 2. Dünya Savaşının hemen sonrasında yapılmakla birlikte MR'ın insan vücuduna uyarlanması epey zaman almış, daha önce çeşitli canlılarda veya insan üzerinde lokal olarak görüntüleme sağlansa da, tüm vücut görüntülemesi ilk defa 1977 yılında Raymond Damadian tarafından yapılmıştır (Şekil 1.2). 1980 yılında Hawkes tarafından MRG'nin multiplanar özelliği tanımlanmış ve ilk lezyon görüntüsü elde edilmiş, yine aynı yıl içerisinde Ackermann ve arkadaşlarının yüzeyel koilleri uygulamasıyla tekniğin gelişimi ivme kazanmıştır. 1984 yılında Schörner ve arkadaşları tarafından MRG'de ilk kontrast madde uygulaması gerçekleştirilmiştir. 1986 yılında Haase ve arkadaşları, hızlı görüntüleme sekanslarını geliştirerek o zamana kadar kullanılan klasik inceleme sekansları nedeniyle önemli bir dezavantaj yaratan tetkik süresi süresinin uzunluğuna bir çözüm bulmuşlardır. 1987 yılında Charles Dumoulin tarafından geliştirilen MR-Anjiyografi (MRA) teknikleri ve 1993 yılında kullanılmaya başlanan fonksiyonel MR uygulamaları MRG' nin kullanım alanını genişletmiş, MRG' yi sadece bir anatomik görüntüleme yöntemi olmaktan çıkararak fonksiyonel bir inceleme yöntemi şekline dönüştürmüştür (Bushong, 1984; Oyar, 2008;).



Şekil 1.2. Damadian'ın kanserli hücreleri tespit etmek için tasarladığı aygıt.

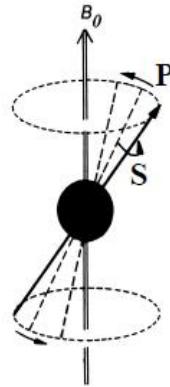
1.3.1. Manyetik Rezonans Görüntülemenin Fiziği ve Görüntü Oluşumu

Atom çekirdeğinin temel yapıları olan proton ve nötronlar kendi aksları etrafında dönerler. Buna spin hareketi adı verilir. Bu özellikleri nedeniyle protonlar manyetik bir çubuk gibi davranırlar ve çevrelerinde doğal olarak bir manyetik alan meydana gelir (Şekil 1.3.). Hidrojen atomu, çekirdeğinin tek protondan ibaret olması nedeniyle güçlü manyetik alana sahiptir. İnsan vücudunda bol miktarda bulunan bu çekirdek sinyal kaynağı olarak idealdir (Brown ve Semelka, 1999).



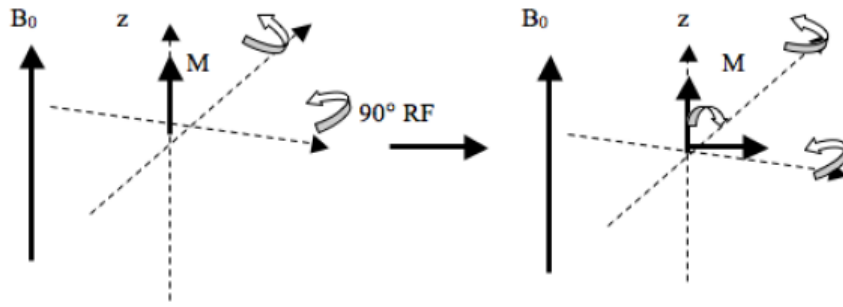
Şekil 1.3. Spinler ve manyetik alan içerisindeki konumları

Görüntü oluşturulması için MR tekniğinde, temel enerji olarak radyofrekans (RF)dalgaları kullanılmaktadır. Normal şartlarda, vücudumuzda bulunan protonlar RF enerjisine duyarlı değildir ve kendi etraflarında düzenli halde dönerek spinhareketi yapmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle protonlar manyetik bir çubuk gibi davranırlar ve çevrelerinde doğal olarak bir manyetik alan meydana gelir. Atom nükleusundaki proton ve nötronların hareketleri ile ortaya çıkan manyetizmaya Nükleer Manyetizma denir ve MRG’de bu manyetizmadan faydalanılarak görüntü elde edilmektedir. Nükleer manyetizma, kütle numarası tek sayıda olan (tek sayıda proton veya tek sayıda nötron olan) atomlarda görülmektedir. Atom çekirdeğinde bulunan proton ve nötronlar çiftler halinde bulunacak olurlarsa karşılıklı olarak birbirlerini nötralize etmektedir. Buna karşın proton ve nötronlar veya her ikisinin birlikte sayıları tek olursa bu atomda nükleer manyetizma oluşmaktadır ki, bu atomlar için NMR (nükleer manyetik rezonans) aktifdenmektedir. Hidrojen atomunun izotopu olan H1, çekirdeğinin tek protondan ibaret olması ve nötron içermemesi nedeniyle güçlü manyetik alana sahiptir. İnsan vücudunda bol miktarda bulunan bu çekirdek sinyal kaynağı olarak idealdir. H1 izotoplarında bulunan bu protonların RF enerjisine duyarlılık kazandırılması için MR cihazında olduğu gibi çok kuvvetli bir manyetik alan içerisine yerleştirilmesi gerekmektedir. Manyetik alanın etkisiyle protonlar manyetik alanın eksenine (z eksenine) paralel olarak dizilmekte ve protonlarda presesyon adı verilen ikinci bir salınım hareketi gözlenmektedir (Şekil 1.4).



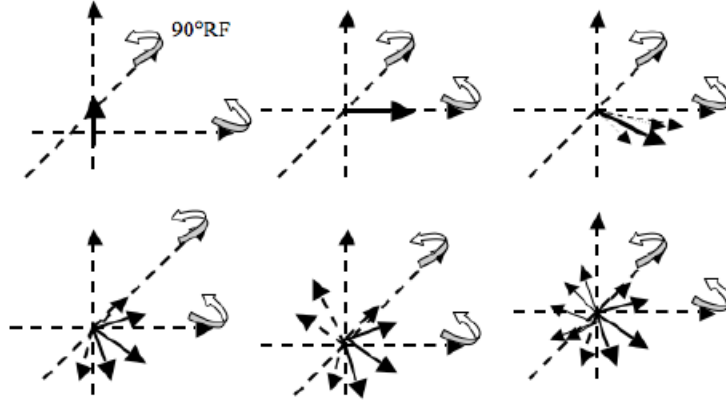
Şekil 1.4. Manyetik alan içerisindeki spinlerin presesyon hareketleri. B_0 : Manyetik alanın yönü. P: Presesyon hareketi. S: Spin hareketi.

Böylelikle protonlar RF'ye duyarlı hale gelmektedir. RF enerjinin uygulanmasıyla birlikte protonların enerjiyi absorpsiyonu sonucu, enerjinin miktarıyla doğru orantılı olarak protonlar dizilimlerinden sapmaktadır. Protonlara enerji transferi için RF enerjinin kısa atımlar şeklinde uygulanması (RF pulse) ve frekansının presesyon frekansına eşit olması gerekmektedir. Standart bir teknikte, bu RF enerjisi genellikle protonların manyetik alanın z ekseninden 90° sapmasına sebep olmaktadır. RF enerjisi kesildiğinde protonlar presesyon hareketi yapmaya başlar. 90° 'lık ekseninde aynı fazda salınım yapan protonlar çok güçlü bir manyetik alan oluşmasına sebep olur ve sinyal yayarlar (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 90° RF'in protonlara etkisi

Zaman geçtikçe manyetik alan içerisindeki küçük farklar, protonların dağılmasına neden olur. Dağılan protonların bir daire halinde tamamen farklı fazda dönmeye başlamaları (defazeolmaları) sinyalin kesilmesine sebep olmaktadır (Şekil 1.6). Protonların absorbe ettikleri enerjiyi ortama vererek eski konumlarına dönmelerine rezonans denir. Protonların absorbe ettikleri enerjiyi yaymaları esnasında oluşan sinyaller, manyetik rezonans görüntünün oluşmasını sağlar. Görüntüyü oluşturan sinyallerin yoğunluğu, proton miktarıyla yani dokudaki su yoğunluğuyla orantılı olarak artış göstermektedir. Protonların eski konumlarına gelme süresi T1 süresi, defaze olma süreleri ise T2 süresi olarak adlandırılmaktadır. Bu süreler dokunun özelliğine göre farklılık göstermektedir (Brown ve Semelka, 1999; White ve ark., 2000).



Şekil 1.6. Dağılan protonların bir daire halinde tamamen farklı fazda dönmeye başlamaları (defaze olmaları) sinyalin azalmasına sebep olmaktadır. Brown ve Semelka (1999)

İki RF atımı arasındaki süreye TR (repetition time)süresi denir. TR, protonların eski konumuna geriye dönüş süresindeki (T1) farklılıkları kontrol eder. Sinyali dinleme süresi (TE, echo time)de dokular arasındaki sinyal bitiş süresindeki(T2) farklılığı kontrol eder. Bu şekilde TR ve TE sürelerini ayarlayarak oluşturduğumuz görüntü elde etme protokollerine puls sekansları adı verilir. Protonlar tamamen eski konumuna dönmeden önce defaze olduklarından T2 süresi T1'den daha kısadır (Könez,1995; Brown ve Semelka, 1999; White ve ark, 2000).

Puls sekansları değiştirilerek elde edilen görüntüler kontrol edilebilir. TR ve TE değerleri kısaltıldığı zaman yani puls atımları daha sık yapıldığında ve sinyal dinleme süresi kısaltıldığında, proton yoğunluğu daha fazla olan dokularda T1 süresinin daha uzun olmasına bağlı olarak ikinci RF atımına kadar protonlar eski konumuna geri dönemezler. Sinyal üretilmediği için bu dokular siyah renkte görülür ve böylelikle kontrast farklılıkları T1 süresinden etkilenir (T1 ağırlıklı görüntü). TR ve TE süresi uzatıldığında ise hem proton yoğunluğu az olan hem de fazla olan dokular eski konumlarına dönebilecek süreyi bulduklarından T1 süresinin görüntü kontrastına etkisi olmayacaktır. TE süresi uzatılmış olduğundan T2 süresi kısa olan yani proton yoğunluğu daha az olan dokudan sinyal alınamayacak, su ağırlıklı dokular daha geç sinyal verdikleri için (T2 süresi uzun) daha parlak görüneceklerdir (T2 ağırlıklı görüntü). Kısaca özetleyecek olursak T1 ağırlıklı görüntülerde su siyah, T2 ağırlıklı görüntülerde beyaz görülür. Dolayısıyla T1 ağırlıklı görüntüler

anatomiye, T2 ağırlıklı görüntüler ise patolojiyi iyi gösterir. MR görüntülerinde beyaza yakın alanlar *hiperintens* ya da *yüksek sinyal intensiteli*, siyaha yakın kesimler ise *hipointens* ya da *düşük sinyal intensiteli* olarak isimlendirilir. Eşit intensitedeki kesimler için *izointens* terimi kullanılır. (Könez,1995; Brown ve Semelka, 1999; White ve ark, 2000).

MRG’de kullanılan belli başlı diğer sekansları kısaca özetleyecek olursak;

FLAIR (Fluid Attenuation Inversion Recovery)sekansı, sıvıları baskılayıp, hipointens görünmesini sağlayan T2 ağırlıklı özel bir MRG sekansıdır. Su baskılayan bu sekanslar özellikle beyin omurilik sıvısının görüntüde baskılanmasıyla kortikal lezyonların değerlendirilmesinde kullanılır (Range ve ark., 2008).

MR görüntüleri elde etmede 2 ana yaklaşım vardır. Bunlar, iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B /3D)görüntüleme teknikleridir. Çoğu durumda kesit, bir gradient manyetik alanın kullanılmasıyla seçici olarak uyarılır ve 2 yönde kodlanır. Dilimden kesit oluşturmak için kesit yönünde ek faz kodlamaları gerekir. Bu teknik 3B FT tekniği olarak tanımlanır ve kesitler boşluk bırakılmadan elde edilebilir. 3B görüntüleme teknikleri hacim ölçümlerine elverişlidir (Range ve ark., 2008).

Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme veya fonksiyonel MRI (fMRI), kan akışına bağlı olarak beyinde aktivitelerinde meydana gelen değişiklikleri ölçmeye yarar (Huettel ve ark., 2009). Bu tekniğe göre serebral kan akışı ile nöral aktivitenin ilişkilidir. Beyinde aktive olan bölgede kan akışının da artacağı ön görülmektedir (Logothetis, 2008). Bu ölçülebilme kıstasına BOLD (Blood oxygenation level-dependent) adı verilmiştir ve ilk olarak Ogawa ve ark.(1990) tarafından tanımlanmıştır. fMRI tekniği esas olarak BOLD farklılıklarını rest (dinlenme) ve task (komut) sekanslarında ölçebilmek için kullanılmaktadır. Dinlenme durumunda yapılan görüntülemenin, komut durumuna göre en temel avantajı herhangi bir bağlayıcı komuta gereksinim duymamasıdır. Ayrıca çocuklarda, demans hastalarında ve bilinci kapalı bireylerde yine dinlenme durumundaki fMRI uygulaması daha avantajlıdır (Barkhof ve ark. 2014).

Manyetik Rezonans görüntülemenin avantaj ve dezavantajlarına bakacak olursak (Herek ve Karabulut, 2010):

Avantajları:

- İyonizan radyasyon içermemesi,
- Sıvı, yağ, kan, fibrozis gibi farklı bileşenlere sahip yapıları farklı sekanslarla tanımlayabilme kapasitesine sahip olması,
- Çok çeşitli sekanslar kullanılarak lezyon karakteristiklerini belirleyebilmek ve
- Bası, invazyon, obstrüksiyon gibi patolojilerin tanımlamasıdır.

Dezavantajları:

- Kalsifikasyonları göstermede yetersiz,
- Klostrofobi olan hastalarda kontrendike,
- Görüntülemenin uzun zaman alması, hastaların uzun süre hareketsiz kalması ve
- Metalik ve MR uyumlu olmayan vücut protezlerinde kontrendike olmasıdır.

Bu çalışmanın amacı, sınıf II bireylerde fonksiyonel çene ortopedisi aygıtlarının, tüm gün ve gece kullanımıyla temporomandibular eklem, çiğneme kaslarında ve beyinde meydana gelen etkinin manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanılarak incelenmesi ve farklı sürelerde kullanıma bağlı olarak kraniyofasiyal yapı, TME, çiğneme kasları ve beyinde fark olup olmadığının araştırılmasıdır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi görmek için başvurmuş Sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip 16 bireyden fonksiyonel çene ortopedisi aygıtları uygulanmadan önce (T0) ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonunda (T1) alınan 32 adet sefalometrik radyograf ve 32 adet el-bilek grafisi olmak üzere 32 adet radyografik görüntü ile aynı hastalardan T0 ve T1 dönemlerinde elde edilmiş anatomik ve fonksiyonel MR görüntüleri oluşturmaktadır. Ayrıca fonksiyonel MR görüntülerinin karşılaştırılabilmesi için 10 kişiden oluşan sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip kontrol grubu da çalışmaya dahil edilmiş ve bu bireylerin tedavi olmadan önceki fonksiyonel MR görüntüleri kullanılmıştır.

Hastalardan tedaviye başlamadan önce sefalometrik radyograf, el-bilek grafileri, panoramik radyografiler, ağız içi-ağızdışı fotoğraflar ve ağız içi alçı modeller elde edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin seçiminde:

- 1- Alt çene geriliğine bağlı iskeletsel ve dişsel Sınıf II kapanışın bulunmasına,
- 2- Olumsuz ve harmonik olmayan bir yumuşak doku profiline sahip olup;
 - Muayenede mandibuler gelişimin stimule edilmesine ihtiyaç göstermelerine,
 - Olumsuz dudak postürüne veya dudaklar kapatılırken zorlanma göstermelerine,
- 3- Maksimum pubertal büyüme atılımı evresinde olmalarına veya bu evreye yakın olmalarına,
- 4- Geç karma ya da daimi dentisyon döneminde olunmasına ve
- 5- Kabul edilebilir derecede bir kooperasyon göstermelerine dikkat edilmiştir.

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri ise:

- 1- Sistemik hastalık ya da sendromun bulunması,
- 2- Hipodonti (diş eksikliği) bulunması ve
- 3- Apareye kooperasyonu engelleyecek mental ya da fiziksel bir kısıtlama bulunması olarak belirlenmiştir.

Çalışma için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi etik kurulundan etik kurul onayı alınmış, hasta velilerine çalışma hakkında bilgi verilip, çalışmaya katılmak isteyenlere aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır.

Mandibulanın gelişiminin stimüle edilmesi amacıyla monoblok ve twinblock apareyleri kullanılmış olup, maksiller dental arkta genişletme ihtiyacı olan hastalarda twinblock, diğer hastalarda ise monoblok tercih edilmiştir. Aktivatörler; apareyin kliniğimizde uygulanış biçimi nedeni ile molarların ilişkisi Sınıf I olacak şekilde imal edilmiştir. Aygıtların vertikal aktivasyonu ise istirahat konumunun 3-4 mm üzerinde olacak şekilde belirlenmiştir. Monoblok apareyinde tutuculuk üst molar dişlere yerleştirilen adams kroşeler ve premolar dişler arasına yerleştirilen damla kroşelerle sağlanırken, üst keserlerin önünde uzanan vestibül ark bulunmaktadır. Alt keser dişlerin protrüzyonuna engel olmak amacıyla, aygıtın akriliği alt keser dişlerin vestibül tarafına doğru taşırılarak capping yapılmıştır. Twinblock apareyinde, Clark (1997) tarafından önerildiği gibi alt ve üst akrilik plaklar, 70° eğimle birbirine kitlenmektedir. Ancak orijinal apareyde tarif edilen delta kroşeler yerine adams kroşeler, alt keser dişler bölgesinde ise ball kroşelere ilaveten, keser dişlerin labialine uzanan akrilik capping eklenmiştir. Twinblock apareyinde bulunan ekspansiyon vidasının 2 aygıt arasında fark oluşmaması için aktif tedavinin devam ettiği süreçte çevrilmemesi, retansiyon evresinde genişletmeye başlanması kararlaştırılmıştır. Ayrıca her 2 apareyde de dental etkinin en aza indirilmesi amacıyla aktif tedavi süresince mölleme yapılmamıştır.

Hastalar rastgele 2 gruba ayrılmış olup, birinci grubun apareylerini yemekler haricinde tüm gün, ikinci grubun ise sadece geceleri uykuda kullanmaları istenmiştir.

Başlangıçta çalışmaya 8'i tüm gün, 8' i gece apareyini kullanan 16 hasta dahil edilmiş olup, yaklaşık olarak 14,88. ayda tedavi sonu materyali toplanmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastaların her iki tedavi grubunda tedavi öncesi kronolojik yaş ve iskelet yaşları ile ortalama tedavi süreleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Tedavi gruplarındaki bireylerin cinsiyete ve kullanılan apareye göre dağılımı Çizelge 2.2'de verilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireyler sayısal yetersizliğine bağlı olarak cinsiyetler arası ya da kullanılan apareye göre karşılaştırma yapılmamıştır. Ancak gruplar arası fark oluşturmaması için aparey tipi ve cinsiyetin gruplar arası dağılımının benzer yapılmasına özen gösterilmiştir. Çalışmanın başındaki fonksiyonel MR sekanslarına uyulamadığı gerekçesiyle, tedavi başında (T1) alınan fonksiyonel MR görüntüleri kullanılamamıştır. Bu sebeple yine benzer özelliklere sahip sınıf 2 divizyon 1 maloklüzyonlu 5 kız 5 erkekten oluşan 10 kişilik bir kontrol grubu da çalışmaya dahil edilmiştir (Çizelge 2.3).

Tedavi grupları oluşturulurken, göz önünde bulundurduğumuz önemli bir diğer kriter, hastaların büyüme dönemleri ve dental gelişim seviyeleri olmuştur. Araştırmaya alınan tüm hastalar pubertal atılım döneminde veya hemen öncesinde olan bireylerden seçilmiştir. Hastaların iskeletsel gelişim dönemlerini saptamak için el-bilek filmleri Helm (1976) kriterlerine göre, iskelet yaşları ise Greulich-Pyle (1959) atlası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.1. Tüm gün ve gece tedavi gruplarının tedavi başı kronolojik yaş, iskeletsel yaş ve tedavi sürelerinin ortalamaları.

	TÜM GÜN GRUBU	GECE GRUBU
KRONOLOJİK YAŞ	11,48	11,27
İSKELETSEL YAŞ	11,38	11,56
ORTALAMA TEDAVİ SÜRESİ	1,24	1,23

Çizelge 2.2. Tedavi gruplarındaki bireylerin cinsiyet ve kullanılan ağıta göre dağılımı

		TÜM GÜN GRUBU	GECE GRUBU
ERKEK	Monoblok	2	2
	TwinBlock	2	2
KIZ	Monoblok	2	2
	TwinBlock	2	2

Çizelge 2.3. Kontrol grubundaki bireylerin kronolojik yaş ve iskelet yaşlarının ortalamaları

KONTROL GRUBU	
KRONOLOJİK YAŞ	11,98
İSKELETSEL YAŞ	11,72

2.1. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Yöntem

Araştırma kapsamındaki bireylerin profil uzak röntgen filmleri Sirona Orthophos XG 5 DS/Ceph marka röntgen cihazı ile, standart koşullarda, dişler sentrikoklüzyundayken, Frankfurt Horizontal düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırılarak elde edilmiştir. Filmlerin alımı sırasında röntgen ışın kaynağı ile bireyin orta oksal düzlemi arasındaki uzaklık 155 cm, bireyin orta oksal düzlemi ile film kaseti arası mesafe ise 12,5 cm olacak şekilde belirlenmiştir. El bilek filmleri alınırken ise, el ile ışın kaynağı ile maksimum mesafede tutulmuştur.

Bilgisayarda verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla Dolphin Imaging Software 9.0 (Los Angeles, California, USA) bilgisayar programı kullanılmıştır.

2.2. Araştırmada Kullanılan Sefalometrik Analizler

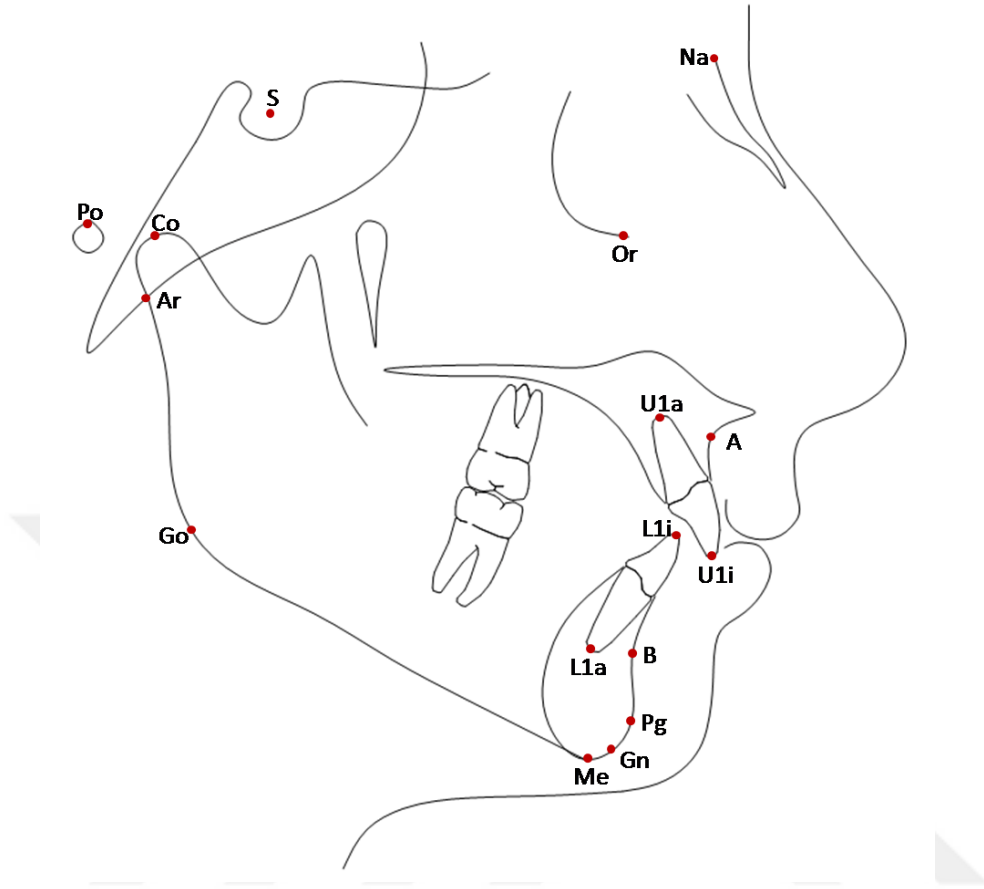
2.2.1 LateralSefalometrik Filmlerde Kullanılan Referans Noktaları

2.2.1.1. İskeletsel Noktalar (şekil 2.1.)

1. Sella(S): Sella tursikanın geometrik orta noktası.
2. Nasion(Na): Nazofrontal suturanın sagital düzlemle kesiştiği en ileri nokta.
3. Orbitale(Or): Orbita çukurunun en alt,en derin noktası.
4. A noktası (A): Anterior nazal spina ve prosthion arasında yer alan iç bükeyliğin en derin noktası.
5. B noktası (B): Mandibulada infradental ile pogonion noktaları arasındaki iç bükeyliğin en derin noktası.
6. Pogonion(Pg): Mandibula simfizinin sagital düzlemdeki en ileri noktası.
7. Gnathion(Gn): Mandibuler simfizin en ileri ve en alt noktası.
8. Menton (Me): Mandibulersimfizin alt kenarının en aşağı noktası.
9. Gonion (Go): Mandibula ramusunun en arka, en alt noktası.
10. Condylion (Co): Mandibuler kondilin en üst noktası.
11. Articulare (Ar): Mandibuler kondilin posterior sınırının kafa kaidesi kemik tabanı görüntüsü ile kesiştiği nokta.
12. Porion (Po): Dış kulak yolunun en üst noktası.

2.2.1.2. Dişsel Noktalar (şekil 2.1)

1. U1a: Üst keser dişin apeksi.
2. U1i: Üst keser dişin kesici kenarı.
3. L1i: Alt keser dişin kesici kenarı.
4. L1a: Alt keser dişin apeksi.



Şekil 2.1. Lateral Sefalometrik Filmlerde Kullanılan İskeletsel ve Dişsel Referans Noktaları

2.3. Lateral Sefalometrik Radyograflarda Kullanılan Ölçümler

2.3.1. İskeletsel Açısal Ölçümler (Şekil 2.2)

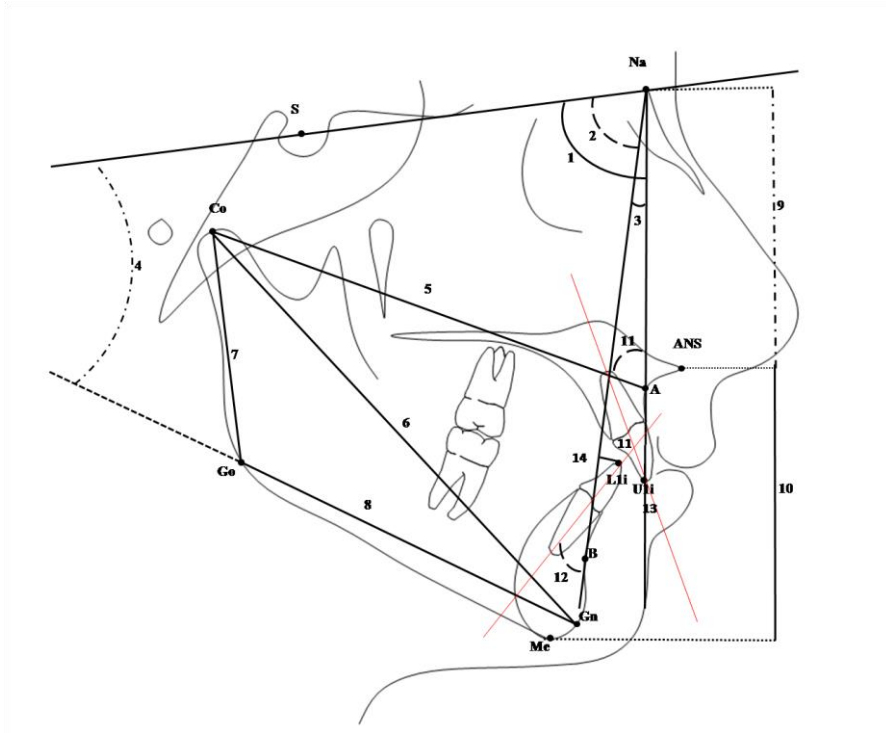
1. SNA: Ön kafa kaidesi (S-Ndüzlemi) ile A noktası arasındaki açı.
2. SNB: Ön kafa kaidesi (S-Ndüzlemi) ile B noktası arasındaki açı.
3. ANB: Maksilla ve mandibulanın sagittal yönde birbirleriyle olan ilişkilerini belirleyen açı.
4. SN/MP: Mandibuler düzlem (Gonion-Gnathion) ile ön kafa kaidesi arasındaki açı.

2.3.2. İskeletsel Boyutsal Ölçümler (Şekil 2.2)

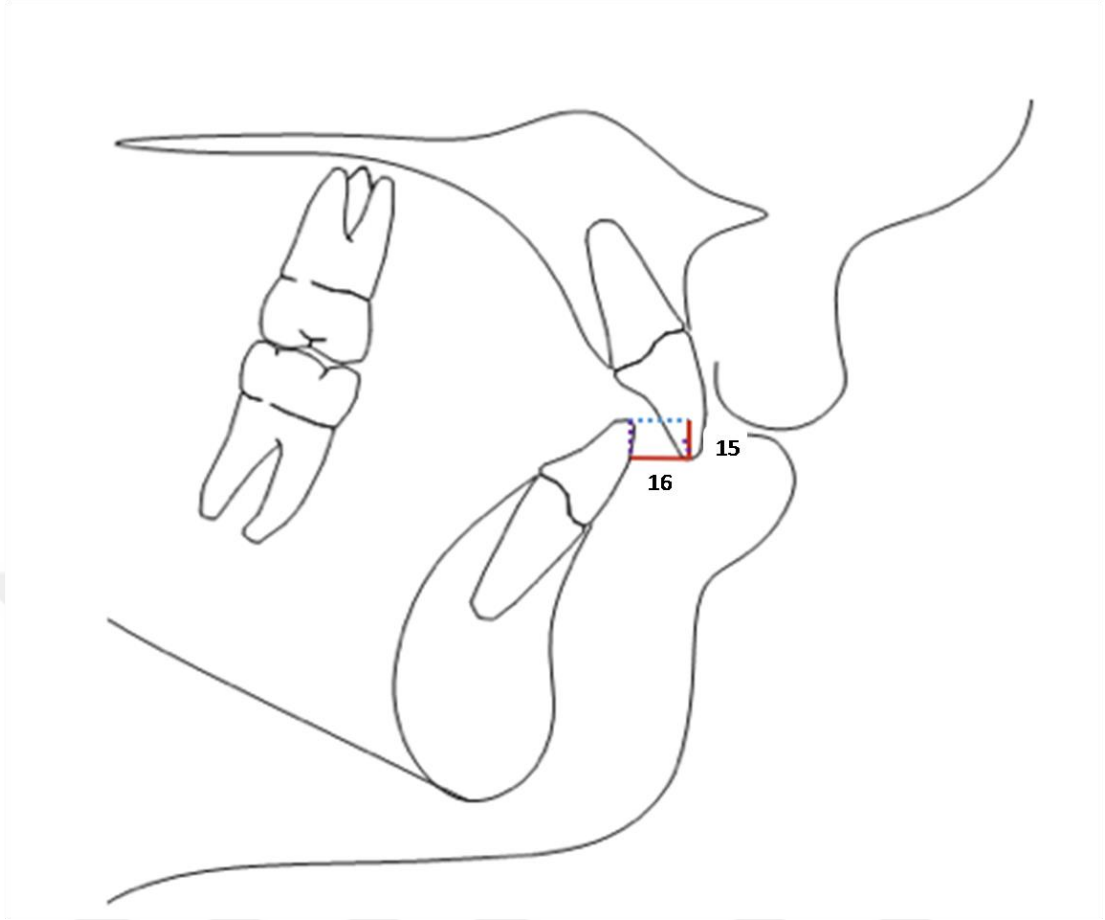
5. Co-A: Efektif maksiller uzunluk.
6. Co-Gn: Efektif mandibular uzunluk.
7. Co-Go: Mandibularramus yüksekliği.
8. Go-Gn: Mandibularkorpus uzunluğu.
9. ANS-Me: Alt ön yüz yüksekliği.
10. Na-Me: Total ön yüz yüksekliği.

2.3.3. Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 2.2-2.3.)

11. U1-NA (°): Üst keser dişin uzun eksenini ile NA düzlemi arasındaki açı.
12. L1/NB (°): Alt keser dişin uzun eksenini ile NB düzlemi arasındaki açı.
13. U1i-NA (mm): Üst keser dişin kesici kenarının NA doğrusuna dik uzaklığı.
14. L1i-NB: Alt keser dişin kesici kenarının NB doğrusuna dik uzaklığı.
15. Overbite: Alt ve üst kesicilerin insizal noktaları arasındaki vertikal mesafe.
16. Overjet: Alt ve üst kesicilerin insizal noktaları arasındaki sagittal mesafe.



Şekil 2.2.Lateral Sefalometrik Radyograflarda Kullanılan Ölçümler



Şekil 2.3. Lateral Sefalometrik Radyograflarda Overjet ve Overbite'in Ölçülmesi

2.4. Araştırmada Kullanılan MRG Yöntemi

Bu çalışmanın manyetik rezonans görüntüleme kısmı Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi'nde (UMRAM, Bilkent, Ankara) yürütülmüş olup, çalışmaya katılan bireylerin hepsi için MRG çekimi esnasında aynı protokol uygulanmıştır. MRG çekiminden önce hastaların aygıtları hazırlanmış ancak hastalara uygulanmamıştır ve MR görüntüleri hastalar aygıtsızken elde edilmiştir. MR görüntüleme işleminin Fonksiyonel ortopedik tedavi sonucu 2. MR görüntüleri ise 15. ayda elde edilmiştir.

Fonksiyonel MR görüntülemesinde (fMRI) ise sekanslarda meydana gelen değişiklikler sebebiyle tedavi başında alınan görüntüler kullanılmamıştır. Bu sebeple

tedavi görmemiş 10 adet Sınıf II divizyon 1 anomaliye sahip birey çalışmaya dahil edilmiştir.

MRI çekimi 3.0 Tesla Magnetom Trio cihazı (Siemens Medical, Almanya) ile 32 kanallı head-coil kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gönüllüler scanner içerisinde supin pozisyonda rahat şekilde konumlandırılmıştır. Gönüllülerin başı, hareket artifaktının minimuma indirilmesi amacıyla yastıklarla sabitlenmiş, sekanslar arasındaki sesin duyulmasını azaltmak amacıyla tek kullanımlık kulak tıkaçları kullanılmıştır. Scanner içerisindeyken iletişimin sağlanması için kulaklık takılmıştır. Bireylere verilecek komutlara konsantre olmaları söylenmiştir.

Her gönüllüden, anatomik yapıların görüntülenebilmesi için T1-ağırlıklı yüksek çözünürlükteki görüntüler elde edilmiştir. T1 görüntüleme özellikleri: TR (repetition time) = 2000 ms, TE (echo delay time) = 35, slicethickness = 0,84 mm. Flipangle = 12, Field of View (FOV) = 215, matrix size = 256 x 256 x 256 olarak belirtilmiştir.

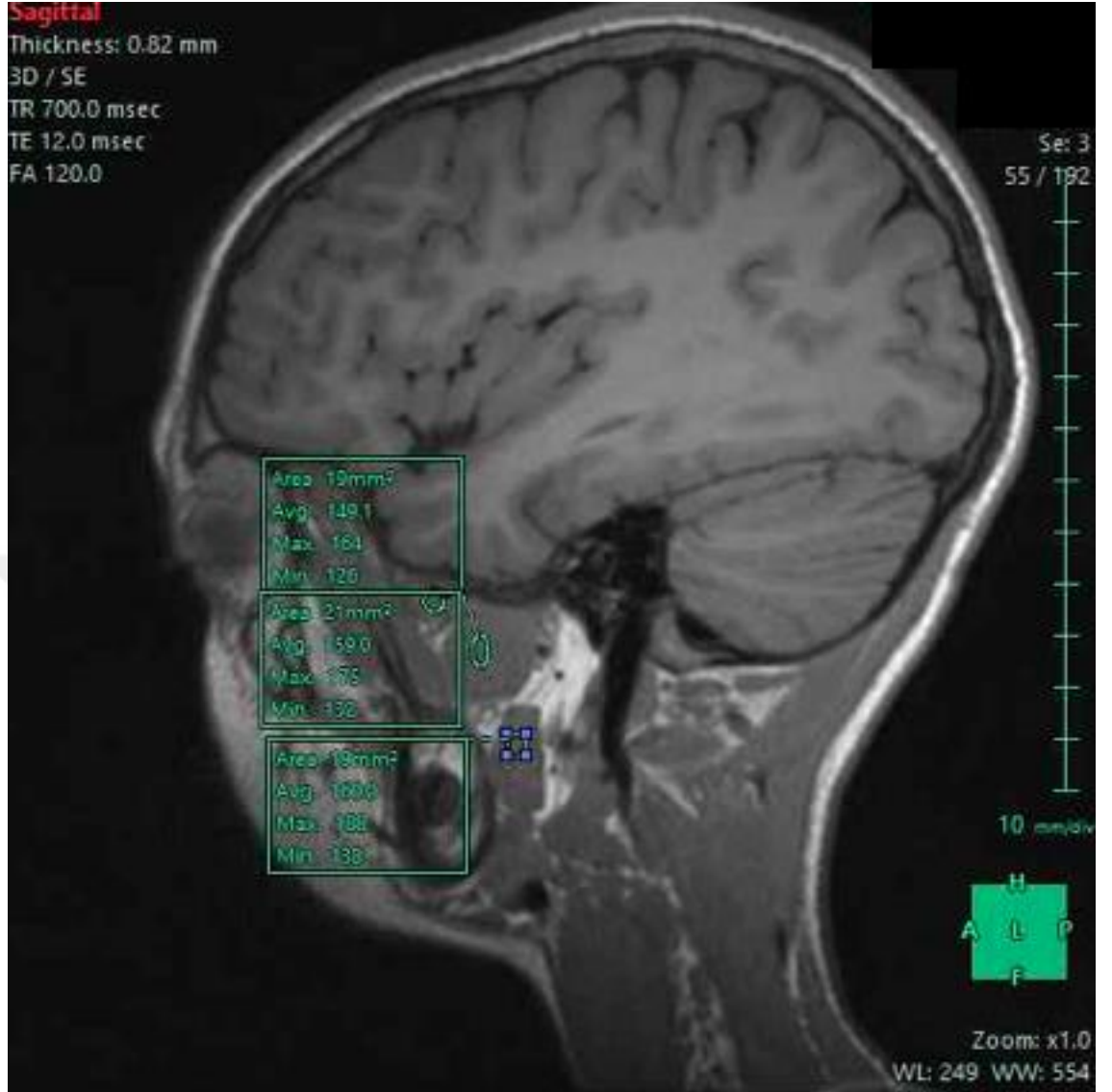
Araştırmamızda sinyal intensitesi, boyut ve hacim olmak üzere 3 parametre üzerinden değerlendirme yapılmıştır. İncelenen bölgeler sağ ve sol olmak üzere 2 kısımda incelenmiştir. Sinyal intensitesi, belli bir dokudaki aktivite ve vasküleritedeki değişime bağlı olarak, elde edilen sinyallerin yoğunluğunu ifade etmekte kullanılmakta olup, kısaca incelenen dokunun aktivitesini değerlendirir. Ölçümlerin yapılabilmesi için Synapse 3D (Fuji, Japan) programı kullanılmıştır.

2.4.1. Manyetik Rezonans Görüntülerde Gerçekleştirilen Ölçümler

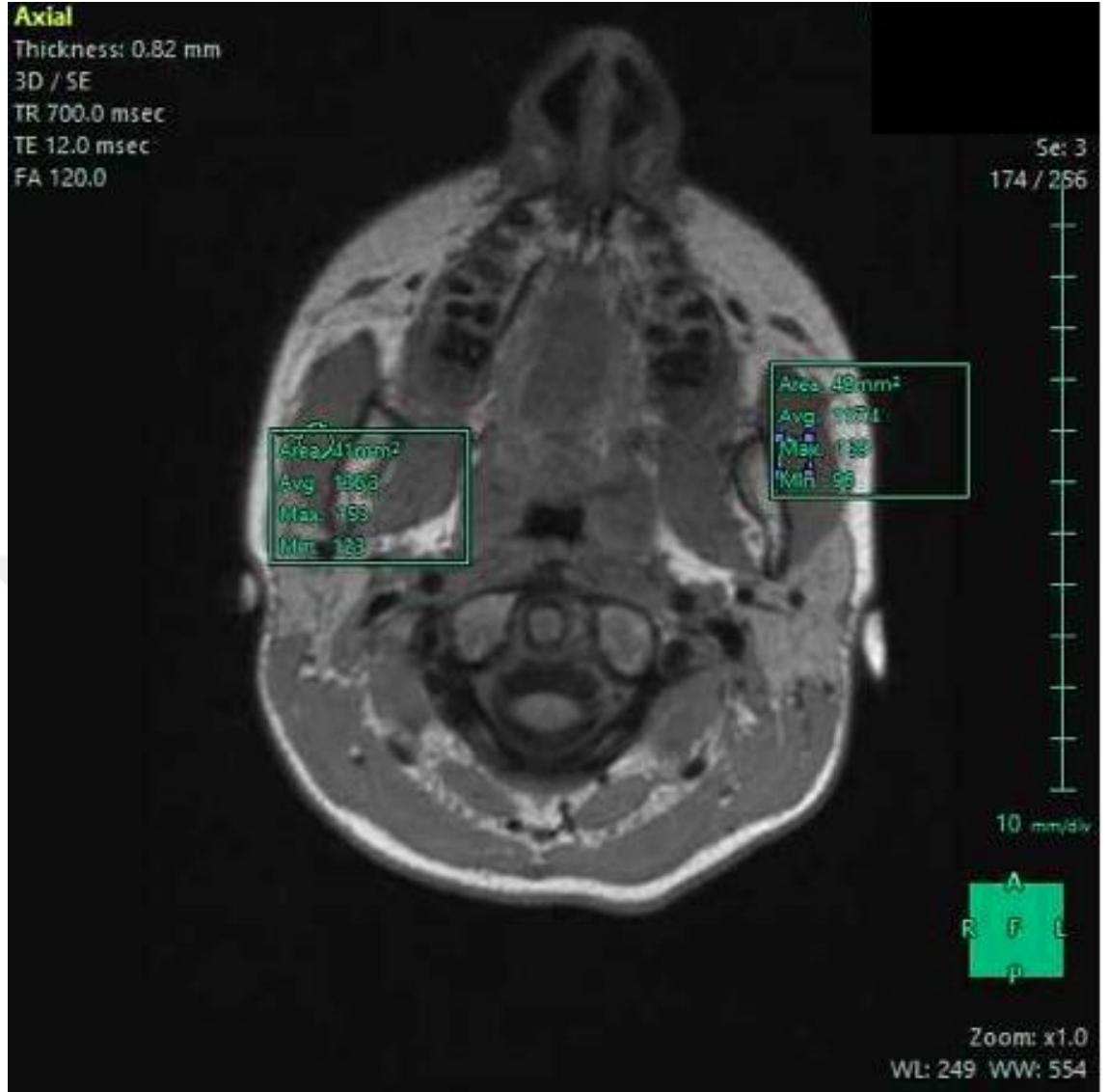
2.4.1.1.Sinyal İntensite Ölçümleri (Şekil 2.4-12)

1. M. Pterygoideus Lateralis Pars Superior Sinyal İntensitesi (Sol)
2. M. Pterygoideus Lateralis Pars Superior Sinyal İntensitesi (Sağ)
3. M. Pterygoideus Lateralis Pars Inferior Sinyal İntensitesi (Sol)

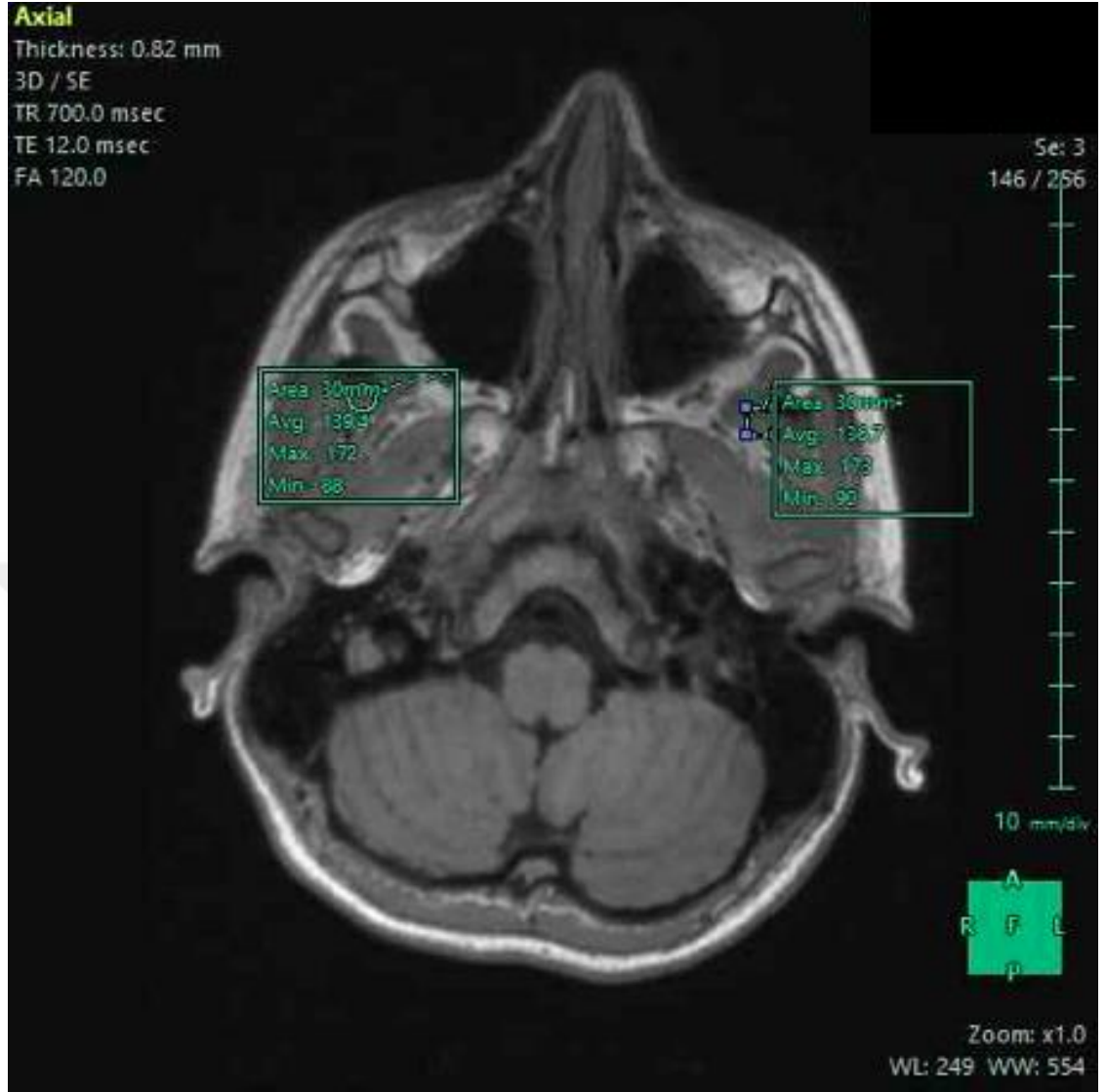
4. M. Pterygoideus Lateralis Pars Inferior Sinyal İntensitesi (Sağ)
5. M. Pterygoideus Medialis Sinyal İntensitesi (Sol)
6. M. Pterygoideus Medialis Sinyal İntensitesi (Sağ)
7. M. Massetericus Sinyal İntensitesi (Sol)
8. M. Massetericus Sinyal İntensitesi (Sağ)
9. M. Temporalis Sinyal İntensitesi (Sol)
10. M. Temporalis Sinyal İntensitesi (Sağ)
11. Anterior Discus Articularis Temporomandibularis Sinyal İntensitesi(Sol)
12. Anterior Discus Articularis Temporomandibularis Sinyal İntensitesi(Sağ)
13. Posterior Discus Articularis Temporomandibularis Sinyal İntensitesi(Sol)
14. Posterior Discus Articularis Temporomandibularis Sinyal İntensitesi(Sağ)
15. Anterior Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sol)
16. Anterior Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sağ)
17. Medial Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sol)
18. Medial Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sağ)
19. Posterior Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sol)
20. Posterior Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Sağ)
21. Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Koronal, Sol)
22. Proc.Condilaris Sinyal İntensitesi (Koronal, Sağ)
23. Retrodiscal Doku Sinyal İntensitesi (Sol)
24. Retrodiscal Doku Sinyal İntensitesi (Sağ)
25. Grey Matter Sinyal İntensitesi
26. White Matter Sinyal İntensitesi



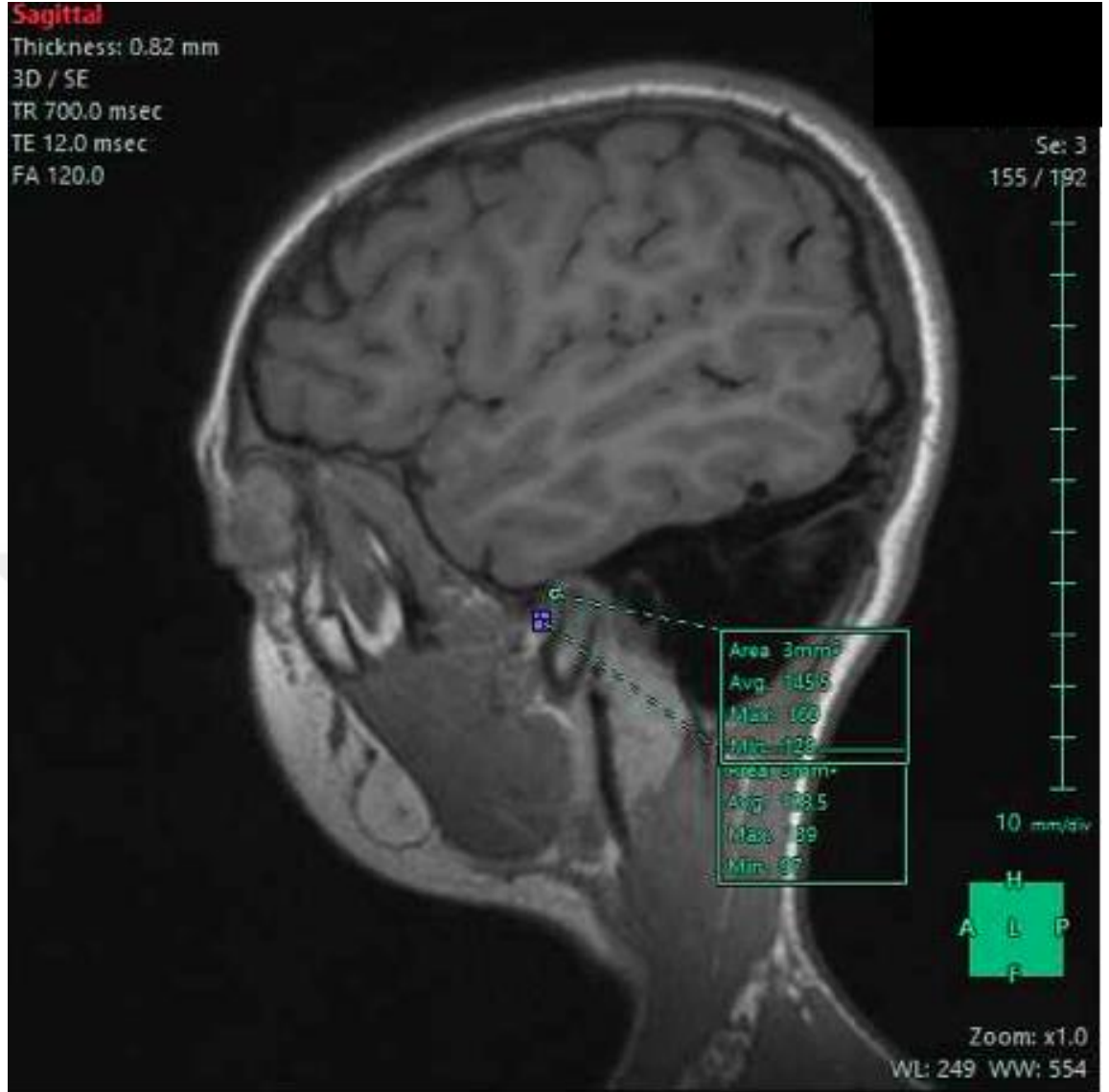
Şekil 2.4.M. Pterygoideus lateralis (superior ve inferior) ve medialis'in sagittal kesitte sinyal intensitelerinin ölçülmesi



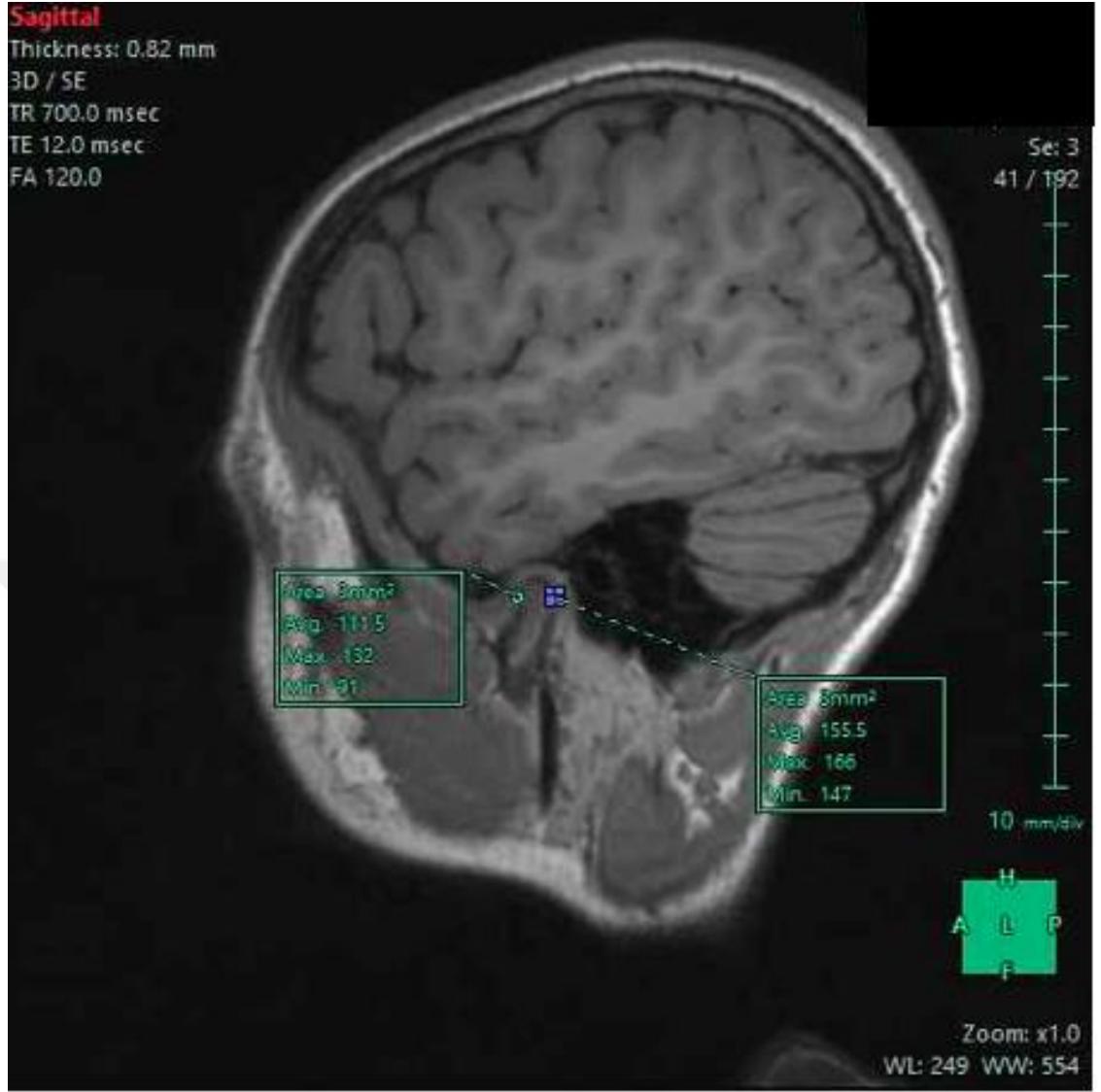
Şekil 2.5. M. Massetericus'un aksiyal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi



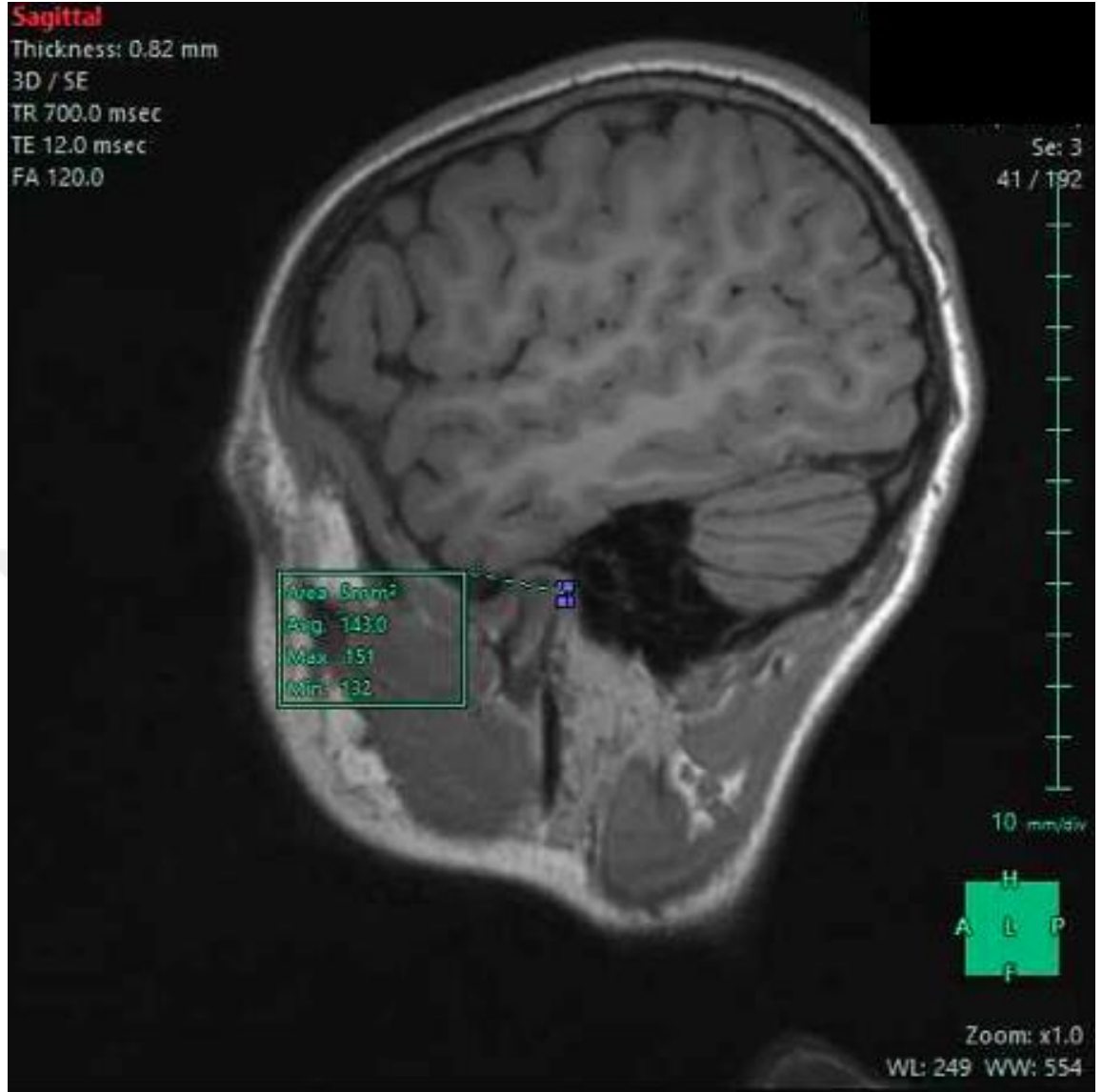
Şekil 2.6. M.Temporalis'inaksiyal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi



Şekil 2.7. Discus articularis'in (anterior ve posterior) sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi



Şekil 2.8. Proc. Condylaris'in (anterior ve posterior) sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi



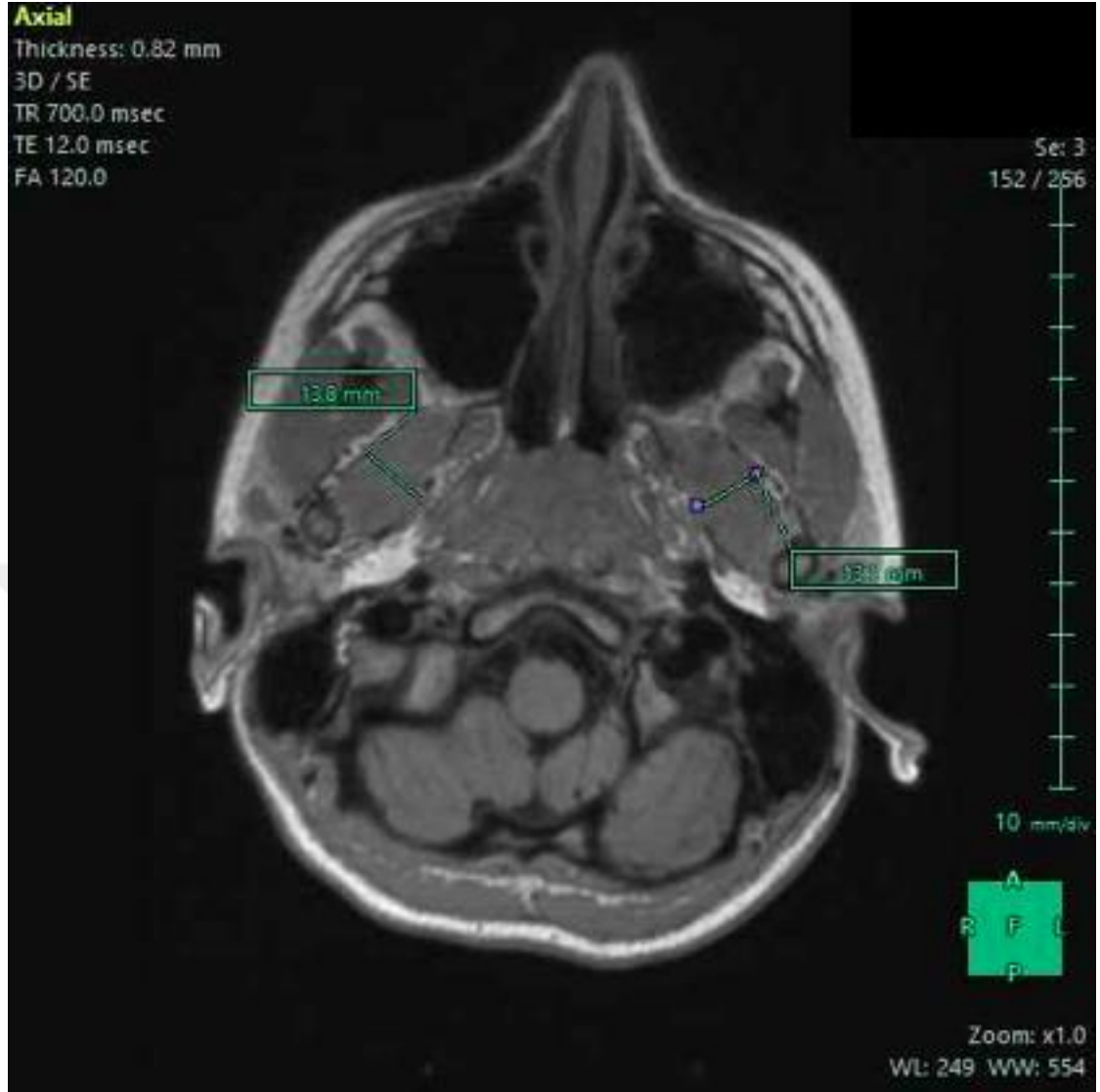
Şekil 2.9. Retrodiskal dokunun sagittal kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi



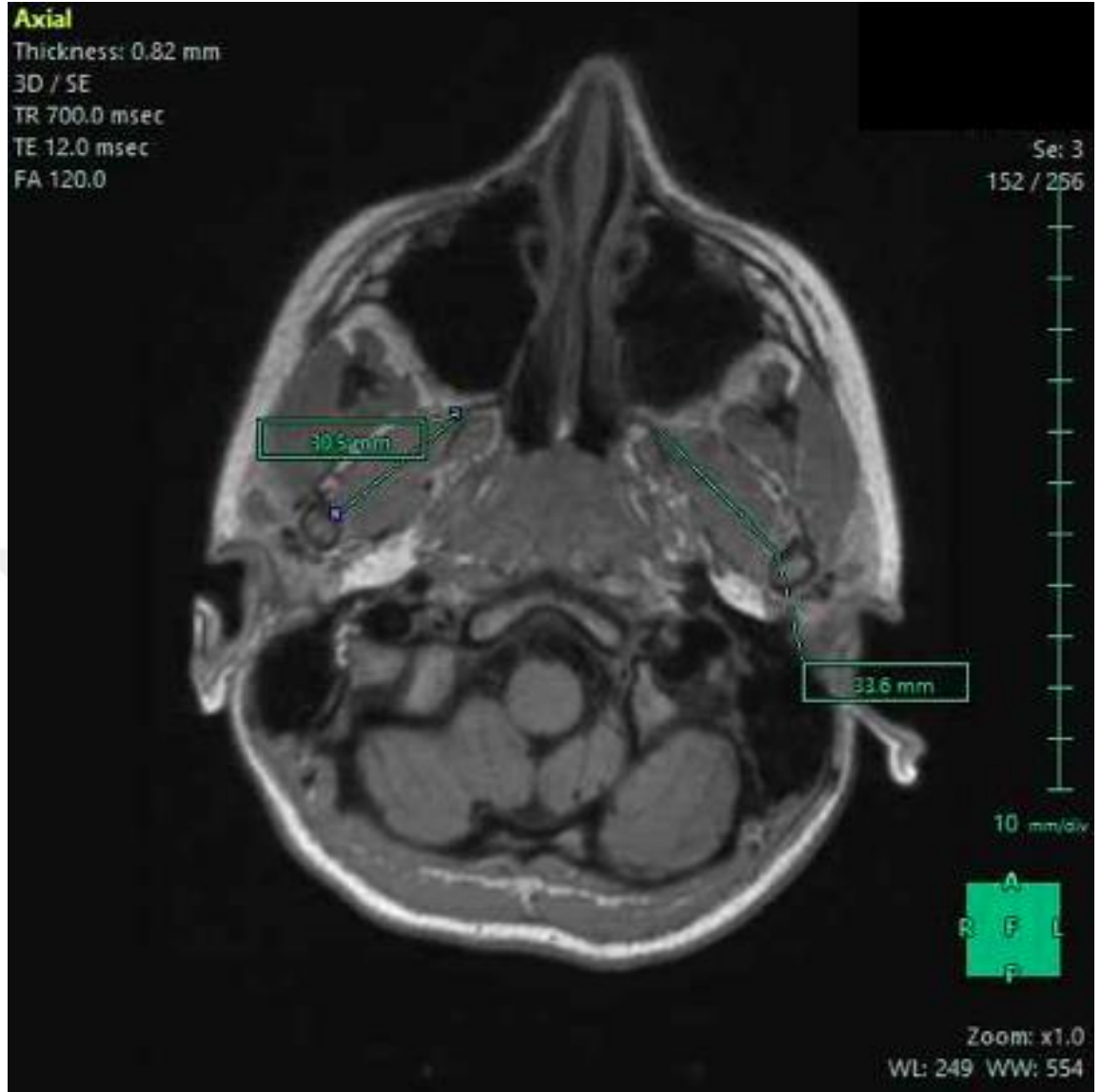
Şekil 2.10. Grey matter ve White matter'ın aksiyel kesitte sinyal intensitesinin ölçülmesi

2.4.1.2.Boyut Ölçümleri (Şekil 2.11-16.)

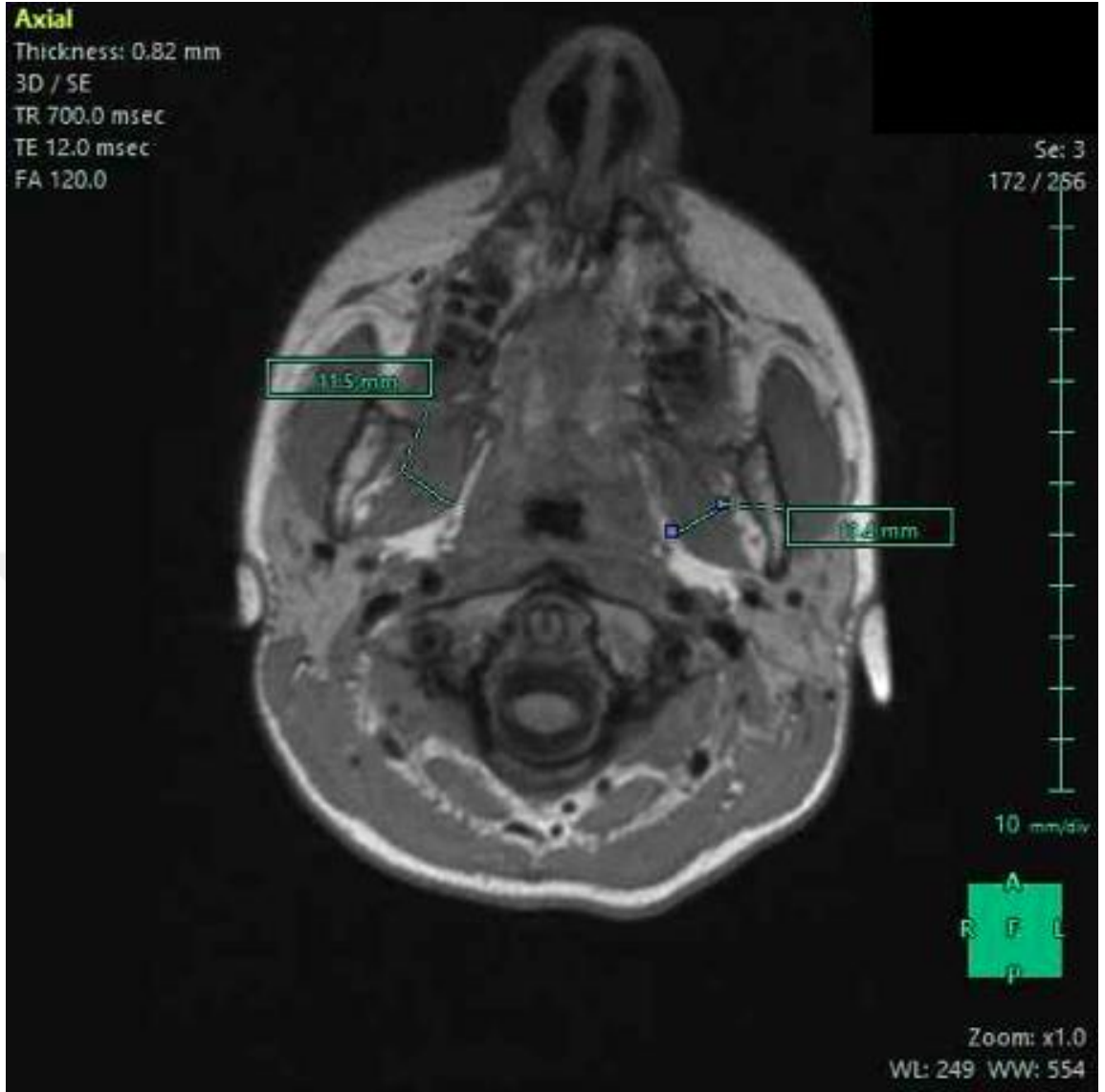
1. M.pterygoideuslateralis'in genişliği (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
2. M.pterygoideuslateralis'in genişliği (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
3. M.pterygoideuslateralis'inuzunluğu (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.
4. M.pterygoideuslateralis'inuzunluğu (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.
5. M.pterygoideusmedialis'in genişliği (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
6. M.pterygoideusmedialis'in genişliği (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
7. M.pterygoideusmedialis'inuzunluğu (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.
8. M.pterygoideusmedialis'inuzunluğu (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.
9. M.massetericus'un genişliği (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
10. M.massetericus'un genişliği (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın X düzleminde en geniş noktaları arası mesafe.
11. M.massetericus'unuzunluğu (Sol): Aksiyal kesitte sol taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.
12. M.massetericus'unuzunluğu (Sağ): Aksiyal kesitte sağ taraf kasın Y düzleminde en uzun noktaları arası mesafe.



Şekil 2.11. M. pterygoideus lateralis'in aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi



Şekil 2.12. M.pterygoideus lateralis'in aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi



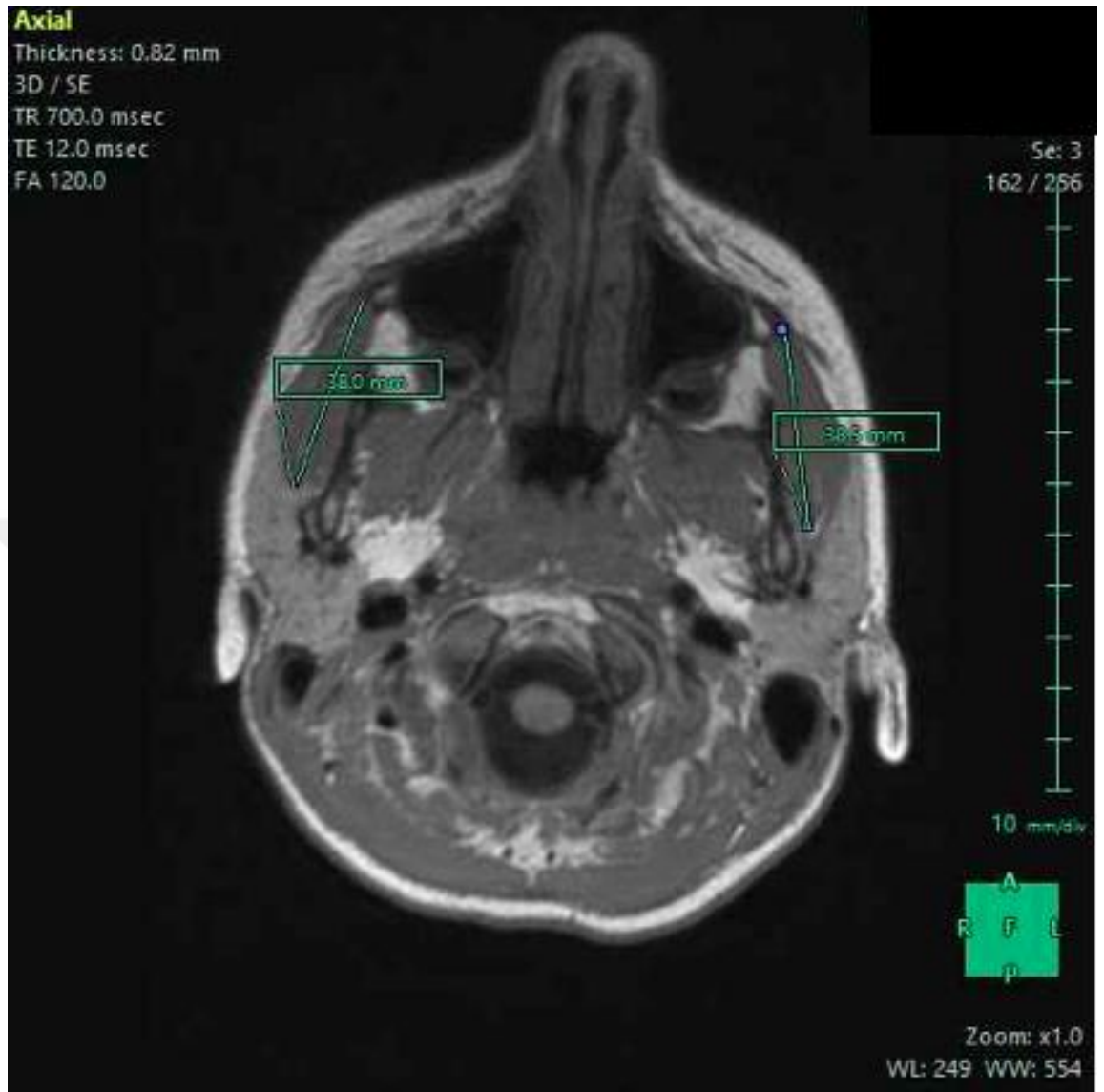
Şekil 2.13. M.pterygoideus medialis'in aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi



Şekil 2.14.M.pterygoideus medialis'in aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi



Şekil 2.15. M.massetericus'un aksiyal kesitte genişliğinin ölçülmesi

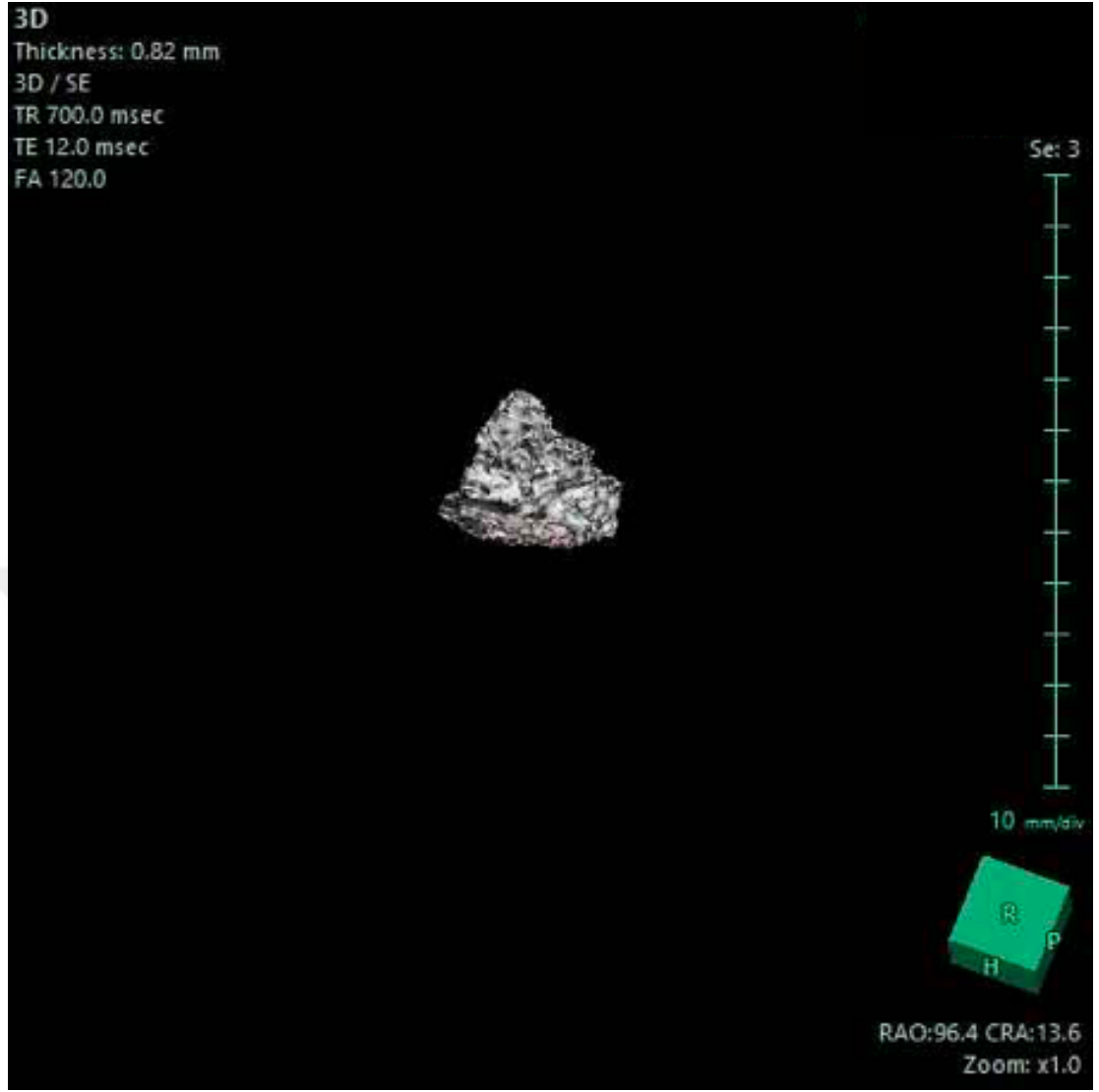


Şekil 2.16. M.massetericus'un aksiyal kesitte uzunluğunun ölçülmesi

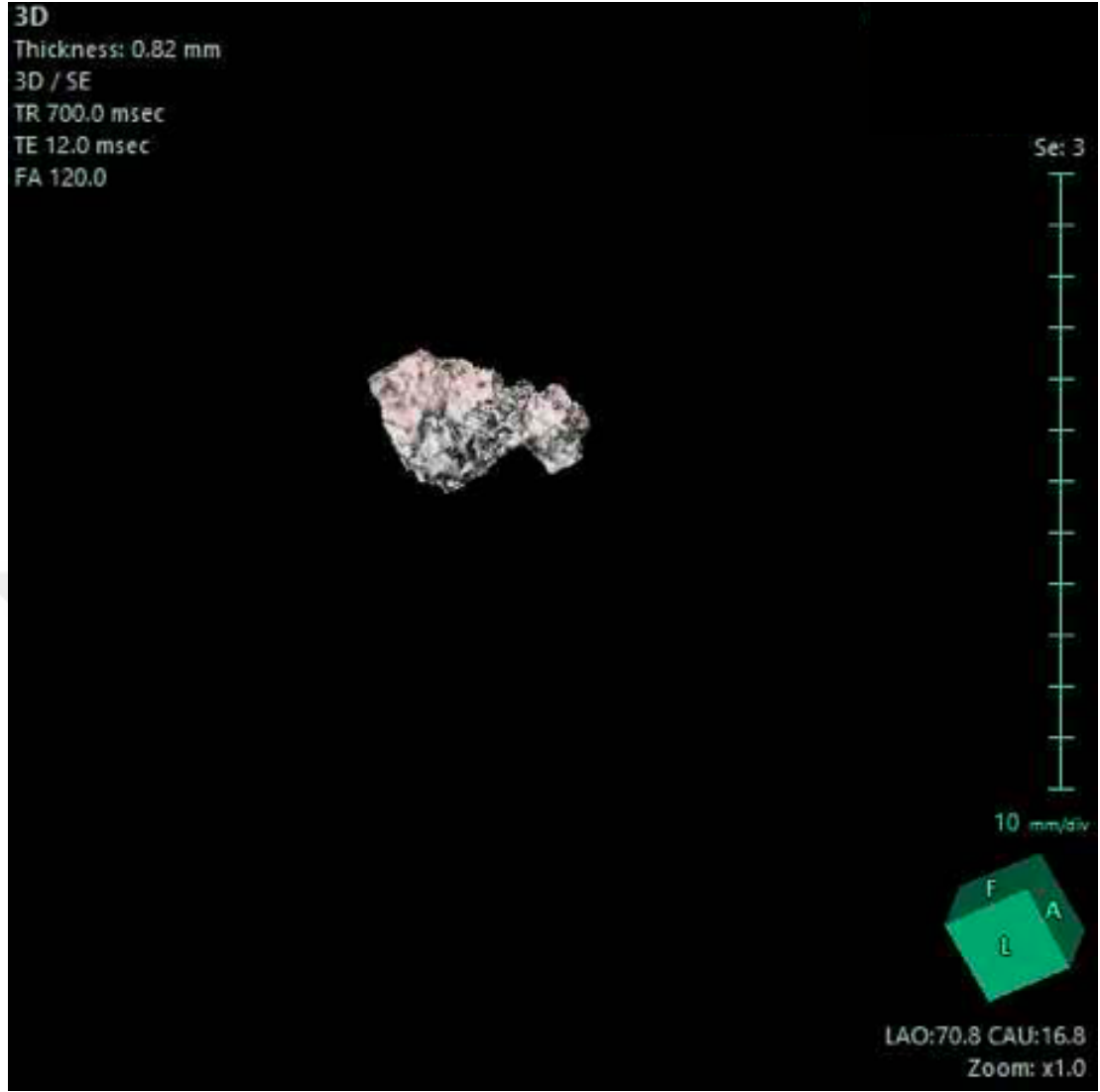
2.4.1.3.Hacim Ölçümleri (Şekil 2.17-19)

Çiğneme kaslarının hacim ölçümlerinin yapılabilmesi için elde edilen MR görüntüleri üzerinde kasların sınırları belirlenmiş ve tek bir gözlemci tarafından işaretlenmiştir. Seçilen kas bölgeleri Synapse 3D (Fuji, Japan) programı ile işlenmiş ve görüntüden ayrılarak 3 boyutlu olarak rekonstrükte edilmiştir. Elde edilen 3 boyutlu görüntülerin hacimsel ölçümleri yine aynı program aracılığıyla değerlendirilmiştir. Ölçüm yapılan kaslar:

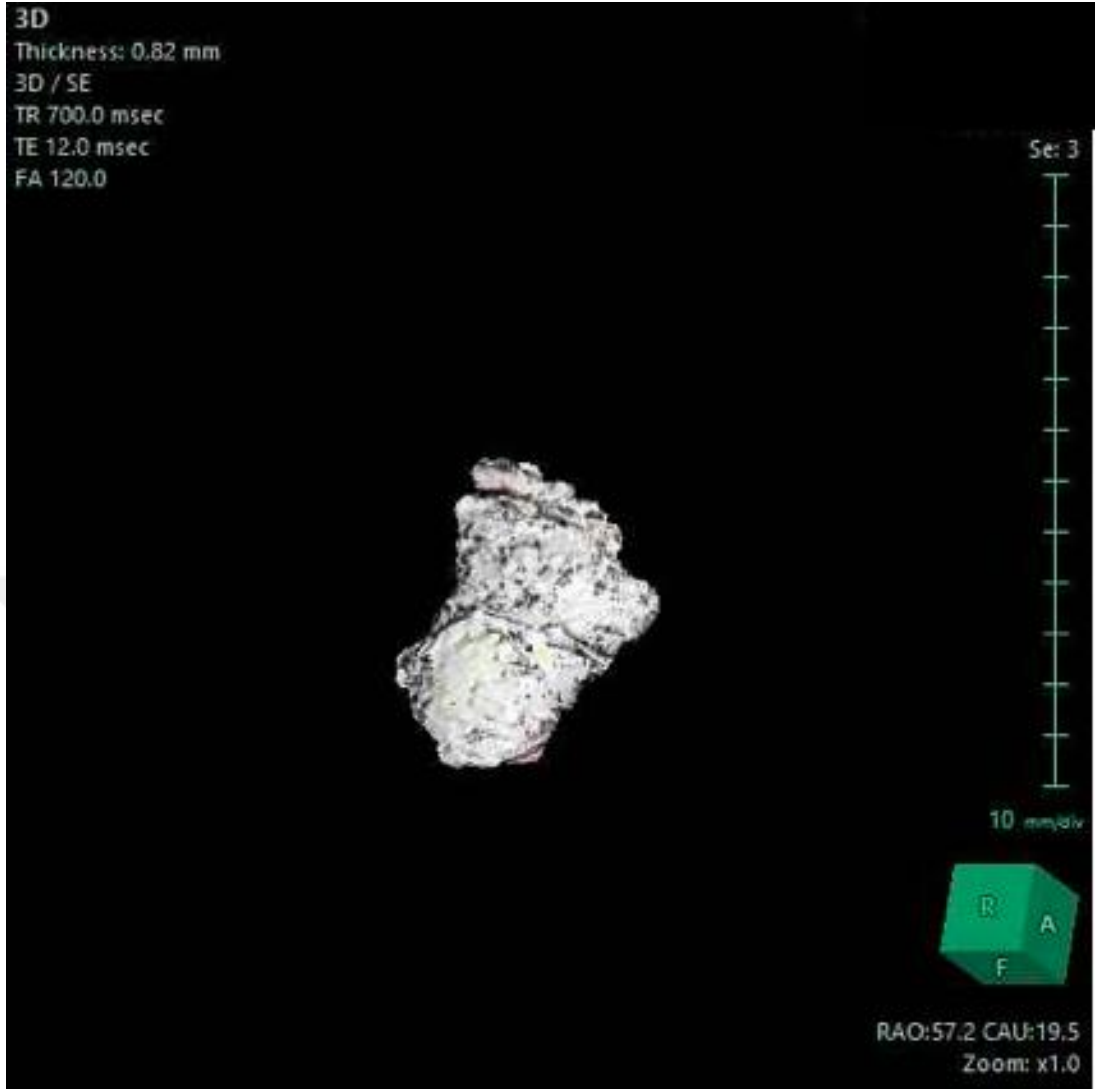
1. M.pterygoideuslateralis hacmi (Sağ)
2. M.pterygoideuslateralis hacmi (Sol)
3. M.pterygoideusmedialis hacmi (Sağ)
4. M.pterygoideusmedialis hacmi (Sol)
5. M.massetericus hacmi (Sağ)
6. M.massetericus hacmi (Sol)



Şekil 2.17. M.pterygoideus lateralis'in 3 boyutlu olarak görüntülenmesi



Şekil 2.18. M.pterygoideus medialis'in 3 boyutlu olarak görüntülenmesi



Şekil 2.19. M.massetericus'un 3 boyutlu olarak görüntülenmesi

2.4.2. Fonksiyonel MR Görüntülerde Yapılan Ölçümler

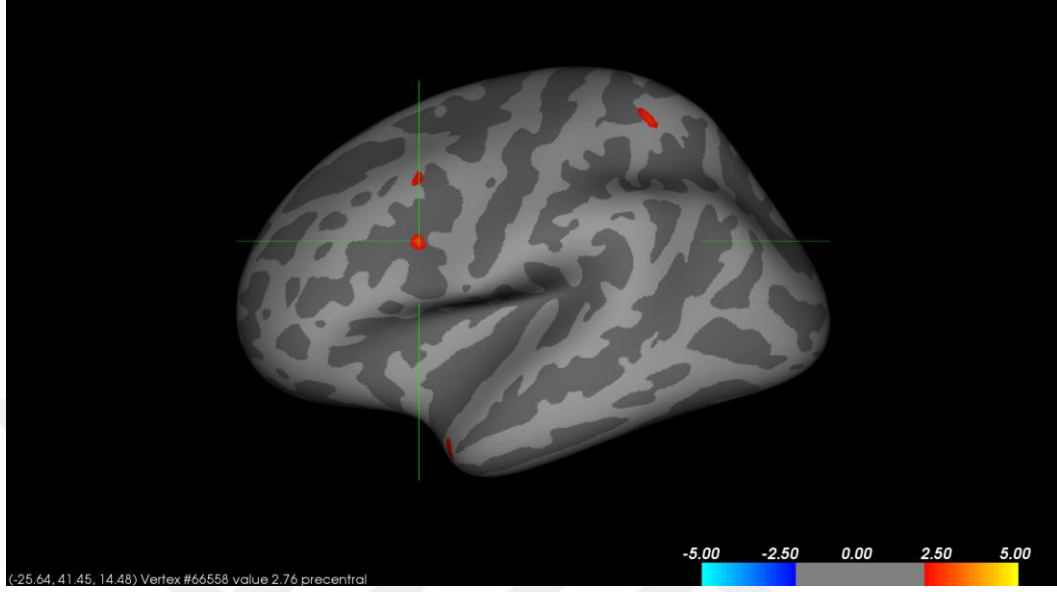
Fonksiyonel MR görüntüleri için, TR (Time Repetition)= 3000 ms, TE (Echodelay time) = 30 ms, voxel size: 9 mm³, number of slices: 35, flip angle 75°, Field of View (FOV): 192 x 192 mm, matrix size: 64 x 64, slice thickness = 3 mm olarak belirlenmiştir.

Komuta bağlı fonksiyonel MR görüntüleme işleminde, daha önce matlab programında yazılmış olan kodlar ve görüntüler aracılığı ile çiğneme and ısırma oturumları gerçekleştirildi. Çiğneme oturumunda; ekranda “Başınızı mümkün olduğunca hareket ettirmeden çiğneme hareketi yapın” yazan ve 20 saniye süren görüntüyü, 12 saniye süren “hareketsiz kal” komutu takip ediyordu. Isırma oturumunda ise ekranda “başınızı hareket ettirmeden ısırma hareketi yapın” yazan ve 20 saniye süren görüntüyü, 12 saniye süren “Hareketsiz kal” komutu takip ediyordu. Bu komut setleri, her bir oturumda 12’şer kez tekrarlandı.

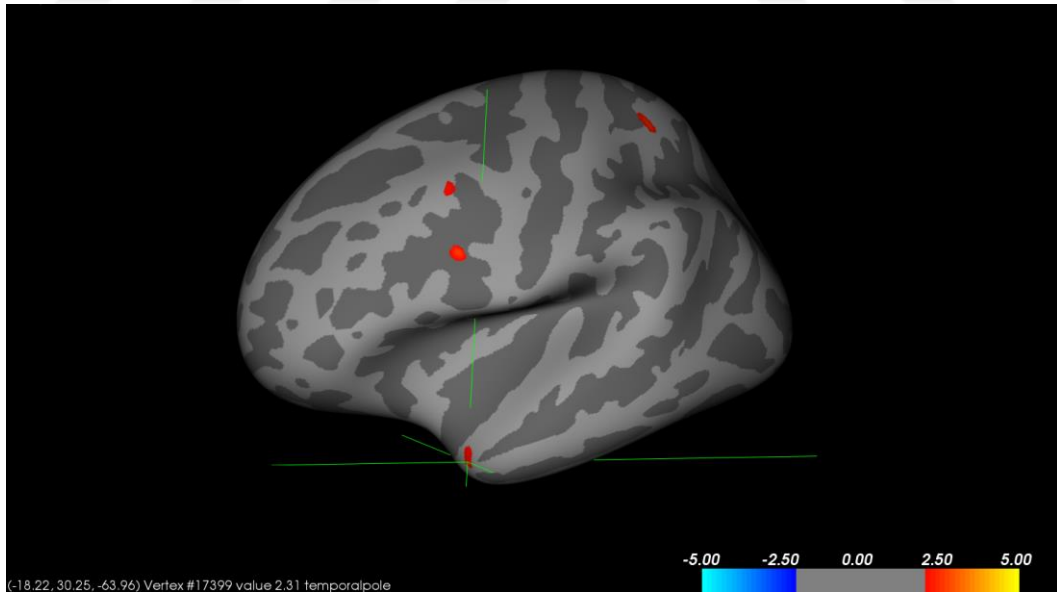
Morfometrik analizler için, DICOM 3.0 formatındaki görüntüler Freesurfer (version 6.0.0, MGH, Boston, MA, USA) programına aktarılmıştır. Recon-all veya pre-processing işlemlerinin tamamlanmasının ardından (normalization, smoothing motion correction, cortical parcellation) sağ ve sol beyin yarımkürelerine ilişkin hacim, kalınlık, yüzey alanı değerleri elde edilmiştir. Freesurfer programının qdec uygulaması ile grup karşılaştırmaları yapılmıştır. Karşılaştırma sonucu olarak; grupların baskın oldukları bölgeler, isimleri, koordinat değerleri ve two-tailed hipotez kurularak ilgili df değerleri ile p-değerleri elde edilmiştir (Şekil 2.22-2.24).

Bütün fonksiyonel MR görüntüleri, hastaların klinik durumunu bilinmeksizin iki deneyimli analizci tarafından birlikte ve sonuçlar hakkında fikir birliğine varılarak değerlendirilmiştir. Görüntülerdeki sinyal intensite değerleri hesaplanarak istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Beynin sağ ve sol yarımkürelerine ilişkin hacim, kalınlık, yüzey alanı değerleri elde edilmiştir. Morfometrik analizler Freesurfer programında yapılmıştır (Freesurfer Version 6.0.0, MGH, Boston, MA, USA).

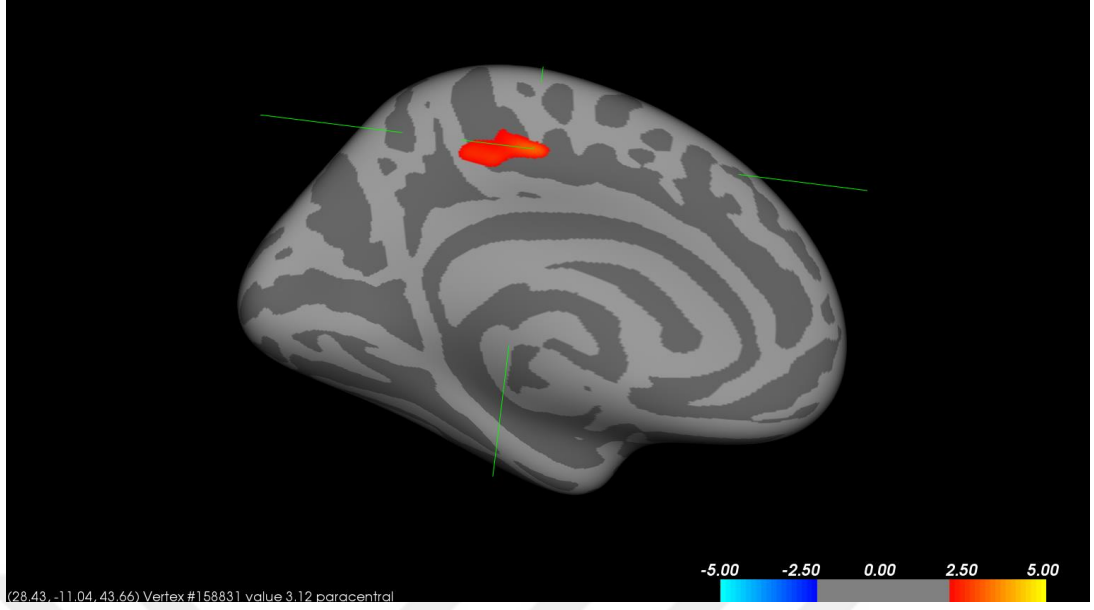
Komuta bağı fonksiyonel MR görüntülerinin analizleri ise FSL programında yapılmıştır (FMRIB Software Library 5.0, Analysis Group, Oxford, UK).



Şekil 2.20.Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.



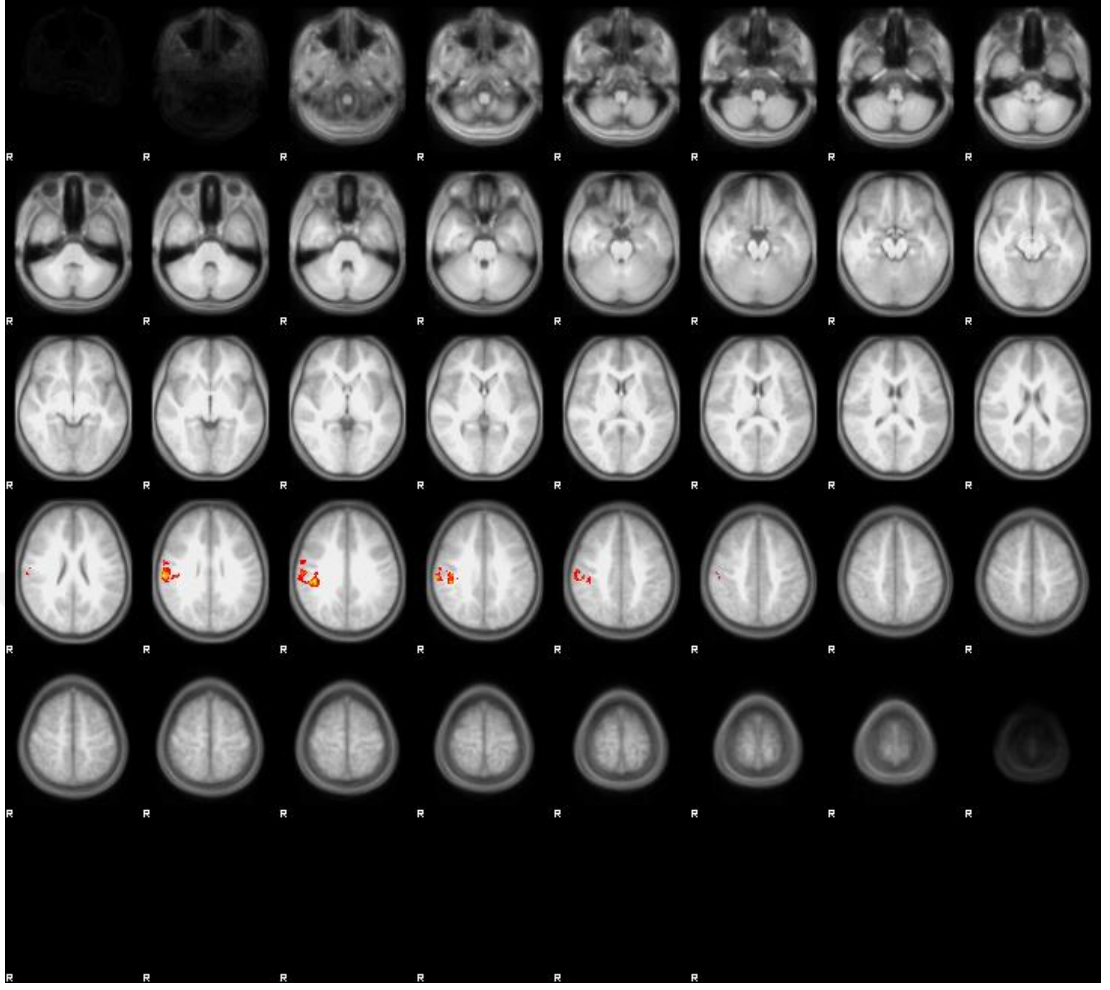
Şekil 2.21.Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.



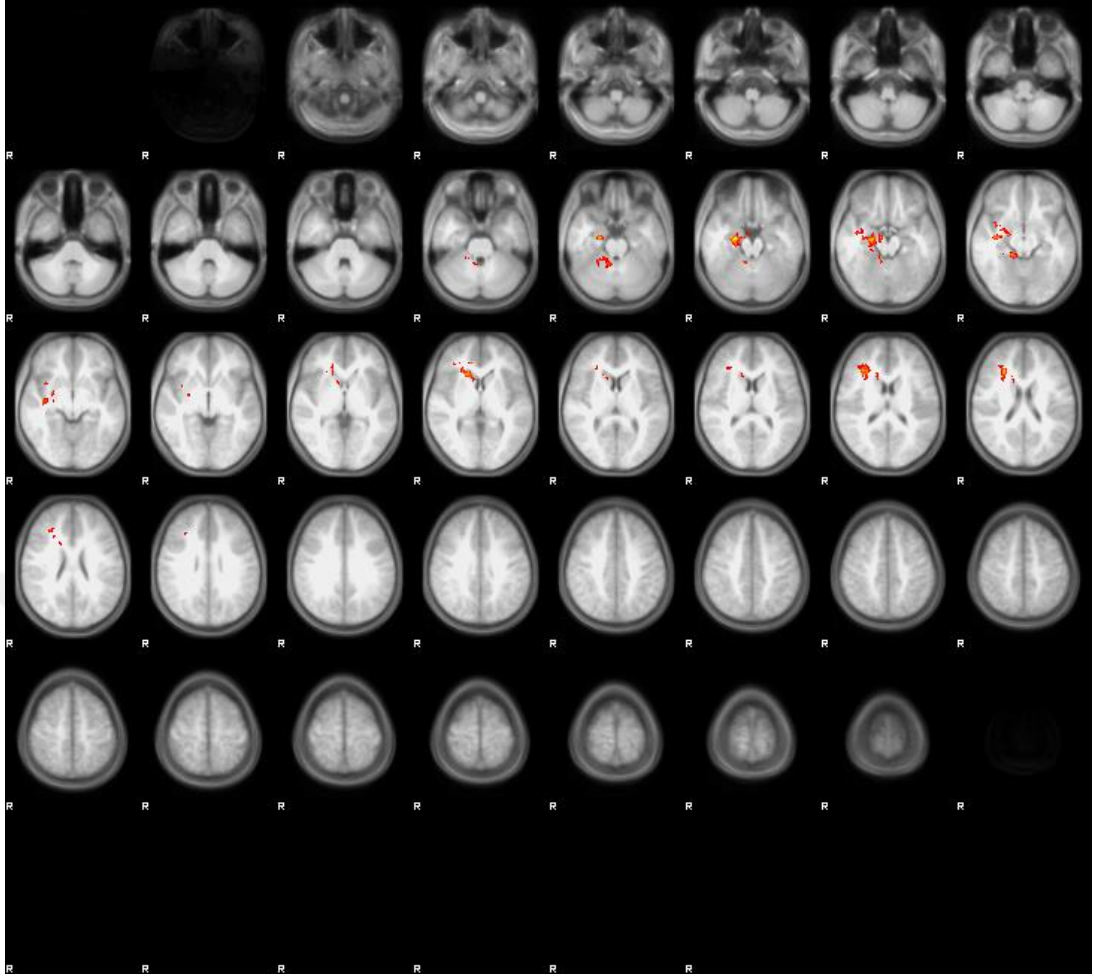
Şekil 2.22.Freesurfer programında beyinde aktivasyon görülen bölgelerin belirlenmesi.

Komuta bağlı analizler için bireylere FSL 5.0-first level analizini takiben FSL 5.0-higher level analysis yapılmıştır. Elde edilen aktivasyonların cluster büyüklükleri, koordinatları ve nereye ait oldukları saptanmıştır (Şekil 2.25 - 2.26).

Dinlenme durumundaki fMRI verilerinin analizinde 2D-Bold (EPI) sekansından elde edilen DICOM formatlı veriler kullanılmıştır. SPM 12 (SPM12, Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK) programında pre-process işlemleri tamamlanan verilere, öncelikle GLM (General Linear Model) uygulanmıştır. Sonrasında ise MELODIC analiz ve dual regression yapıldıktan sonra bu işlemlerin sonucunda göre en çok eşleşen uzaysal veyin komponentlerinin cluster boyutu, koordinat ve z-değerleri bulunmuştur. Sonrasında, FSLview (v3.1) aracılığı ile bu koordinatlara ilişkin beyin bölgelerinin isimleri elde edilmiştir.



Şekil 2.23. Fonksiyonel MR Görüntülerinde ısırma hareketinde aktivasyon görülen Bölgeler (Kontrol grubu ve gece grubu arasında)



Şekil 2.24.Fonksiyonel MR Görüntülerinde Çiğneme Hareketinde Aktivasyon Görülen Bölgeler (Kontrol grubu ve tüm gün grubu arasında)

2.5. İstatistik Yöntem

Analizler IBM SPSS Statistics 20 paket programı ile yapılmıştır. Üzerinde durulan özellikler bakımından T0 ve T1 dönemleri arasındaki farkların istatistik olarak önemli olup olmadığının belirlenmesinde Eş-yapma t testi (paired t-test) kullanıldı. Söz konusu özellikler bakımından T0-T1 farkları alınarak araştırma grupları arasındaki farkların belirlenmesinde Student'in t-testi (Student's t-test) kullanıldı. Tedavi grupları ve Kontrol grubu arasındaki T0 dönemindeki tanımlayıcı istatistikler ve T1 dönemindeki morfometrik analizler için Varyans Analizi testi uygulanmıştır. T0 döneminde Varyans analizinde farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu anlamak için Duncan Testi yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Yöntem Hatasının Değerlendirilmesi

Araştırma gruplarımızda gerçekleştirilen sefalometrik ölçümlere ait çizim ve ölçüm hata düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla her 3 gruptaki her bireyin sefalometrik ölçümleri yaklaşık 4 hafta sonra tekrarlanmış, iki ölçüm birbiriyle karşılaştırılarak ölçümlerin tekrarlanabilirliği hesaplanmıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan sefalometrik ölçümlere ait tekrarlama katsayıları.

Parametre	Tekrarlanabilirlik	Parametre	Tekrarlanabilirlik
SNA(°)	0.9962	Co-Go	0.9975
SNB(°)	0.9984	Go-Gn	0.9960
ANB(°)	0.9912	U1/L1 (°)	0.9921
Overjet	0.9975	U1/NA (°)	0.9960
Overbite	0.9960	L1i/NB (mm)	0.9982
Co-A	0.9955	L1/NB (°)	0.9948
Co-Gn	0.9952	ANS-Me	0.9982
Na perp.-A	0.9977	GoGn/SN(°)	0.9983

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) değerlendirilmelerinde kas ölçümleri aynı radyolog tarafından değerlendirilmiş, her bir ölçüm için 2 kere olmak üzere ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. fMRI ile elde edilen beyindeki ölçümler ise 2 radyolog tarafından 2 kere ölçülmüştür.

3.2. Gruplardaki Tedavi Başı Tanımlayıcı İstatistikleri ve Tedavi Başındaki Parametrelerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi

3.2.1. Sefalometrik Ölçümler

Her üç grupta tedavi öncesi sefalometrik değerlerin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3.2. 'de ve tedavi başında gruplar arasında bu özellikler bakımından fark olup olmadığının araştırılmasına dair hesaplamalar Çizelge 3.3.'te ve Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.2.Araştırmada kullanılan sefalometrik parametrelerin tüm gün, gece ve kontrol gruplarında tedavi başı(T0) tanımlayıcı istatistikleri.

Parametreler	Gruplar	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Kronolojik yaş	Tüm Gün	11.48	1.49	.53	10.00	14.00
	Gece	11.28	1.24	.44	10.40	14.00
	Kontrol	11.96	1.46	.49	10.30	14.20
iskelet yaşı	Tüm Gün	11.38	.83	.30	10.00	12.50
	Gece	11.56	.78	.27	10.00	12.50
	Kontrol	12.39	1.39	.46	10.00	14.00
SNA	Tüm Gün	82.05	2.50	.88	79.40	86.00
	Gece	79.44	1.50	.53	77.60	81.50
	Kontrol	81.52	3.24	1.08	77.60	86.10
SNB	Tüm Gün	75.51	2.96	1.05	71.70	79.80
	Gece	73.88	1.48	.52	71.00	75.70
	Kontrol	74.49	3.32	1.11	70.40	80.60
ANB	Tüm Gün	6.54	2.18	.77	3.70	9.90
	Gece	5.56	1.49	.53	3.70	7.90
	Kontrol	6.88	1.13	.38	5.40	8.70
Overjet	Tüm Gün	5.99	1.87	.66	3.80	8.60
	Gece	6.16	1.47	.52	4.30	9.00
	Kontrol	7.81	1.67	.56	5.50	9.70
Overbite	Tüm Gün	3.74	1.40	.49	1.00	5.50
	Gece	3.46	2.23	.79	-.90	5.90
	Kontrol	4.87	1.59	.53	2.40	7.80
	Kontrol	4.87	1.59	.53	2.40	7.80
Co-A	Tüm Gün	81.84	4.31	1.52	74.90	87.10
	Gece	78.95	3.79	1.34	73.10	84.30
	Kontrol	85.29	5.08	1.69	80.10	95.70
Co-Gn	Tüm Gün	98.79	4.77	1.69	90.90	104.70
	Gece	98.00	2.01	.71	95.00	100.20

	Kontrol	103.48	5.58	1.86	94.90	111.30
Co-Go	Tüm Gün	46.04	2.24	.79	41.70	48.80
	Gece	47.26	3.30	1.17	42.70	52.60
	Kontrol	47.47	4.56	1.52	39.70	53.00
Go-Gn	Tüm Gün	71.09	4.67	1.65	64.10	78.10
	Gece	68.28	4.28	1.51	62.50	74.20
	Kontrol	72.52	3.39	1.13	68.20	79.50
GoGn/SN	Tüm Gün	32.16	4.06	1.44	25.80	36.80
	Gece	32.90	4.36	1.54	27.30	40.10
	Kontrol	36.18	4.19	1.40	31.10	43.80

Çizelge 3.2.(devam)Araştırmada kullanılan sefalometrik parametrelerin tüm gün, gece ve kontrol gruplarında tedavi başı(T0) tanımlayıcı istatistikleri.

I/NA (°)	Tüm Gün	2.81	1.44	.55	.50	4.30
	Gece	2.74	1.95	.69	-.30	5.70
	Kontrol	3.19	1.96	.65	.60	6.50
I/NB (°)	Tüm Gün	7.47	2.62	.99	3.60	12.10
	Gece	4.76	2.45	.87	1.30	9.30
	Kontrol	5.21	1.33	.44	2.40	6.90
ANS-Me	Tüm Gün	59.96	5.51	1.95	52.10	68.60
	Gece	57.64	4.19	1.48	49.60	64.00
	Kontrol	56.50	4.29	1.43	46.40	60.10
N-ANS	Tüm Gün	49.20	3.61	1.28	43.10	55.00
	Gece	49.50	2.64	.93	45.00	53.00
	Kontrol	51.24	3.91	1.30	46.00	58.70

Çizelge 3.3.Tedavi başlangıcında (T0) sefalometrik ölçümleri yapılan parametreler bakımından tüm gün ,gece ve kontrol gruplarının karşılaştırılması (Varyans Analizi Testi)

Parametreler	Source Of Variation	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	P Değeri	Test
Kronolojik yaş	Gruplar arası	2.101	2	1.051	.531	.595	
İskelet yaşı	Gruplar arası	.141	2	.141	.216	.649	
SNA	Gruplar arası	30.791	2	15.396	2.364	.117	
SNB	Gruplar arası	10.967	2	5.484	.732	.492	
ANB	Gruplar arası	7.749	2	3.875	1.451	.256	
Overjet	Gruplar arası	17.484	2	8.742	3.113	.064	
Overbite	Gruplar arası	9.544	2	4.772	1.531	.238	
Co-A	Gruplar arası	171.374	2	85.687	4.313	.026	*
Co-Gn	Gruplar arası	151.361	2	75.681	3.814	.038	*
Co-Go	Gruplar arası	9.844	2	4.922	.390	.682	
Go-Gn	Gruplar arası	78.130	2	39.065	2.302	.124	
GoGn/SN	Gruplar arası	78.767	2	39.384	2.227	.132	
I/NA (°)	Gruplar arası	.993	2	.497	.149	.862	
I/NB (°)	Gruplar arası	31.138	2	15.569	3.364	.054	
ANS-Me	Gruplar arası	52.093	2	26.046	1.188	.324	
N-ANS	Gruplar arası	21.032	2	10.516	.881	.428	

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

Çizelge 3.4. Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre, tedavi başındaki Co-Gn ve Co-A değerlerinin hangi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiğinin belirlenmesi

Co-Gn_1		
Duncan		
Grup	GRUP	
	A	B
Gece	98.000	
Tüm Gün	98.788	
Kontrol		103.478

Co-A_1		
Duncan		
Grup	GRUP	
	A	B
Gece	78.950	
Tüm Gün	81.838	81.838
Kontrol		85.289

3.2.1.1 Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı

Tüm gün grubundaki hastaların tedavi başlangıç kronolojik yaşı 11,48, iskelet yaşı 11,38 olarak hesaplanırken, gece grubunda bu yaşlar sırasıyla 11,28 ve 11,56 yıldır. Kontrol grubu olarak aldığımız bireylerin ise kronolojik yaş ortalamaları 11.96, iskelet yaşları ise 12.39 olarak hesaplanmıştır. Varyans analizi ile yapılan karşılaştırmada üç grubun tedaviye başlangıç yaşları arasında fark olmadığı görülmüştür.

3.2.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler

İskeletsel ölçümlerin başlangıç değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

3.2.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler

İskeletsel boyutsal ölçümlere baktığımızda tedavi başında Co-A ve Co-Gn değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. Hangi iki grup ortalaması arasındaki farkın önemli olduğunun belirlenebilmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden birine başvurmak gerekir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre tedavi başında Co-A değeri gece ve kontrol grubu arasında anlamlı bulunmuştur. Co-Gn değeri ise kontrol grubuna göre her iki tedavi grubunda da anlamlıdır.

3.2.1.4. Dentoalveolar Ölçümler

Dentoalveolar ölçümlerin tedavi başında her üç grupta benzer olduğu belirlenmiştir.

3.2.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri

Her iki grupta tedavi öncesi MRG değerleri Çizelge 3.5. ve Çizelge 3.6.'da ve tedavi başında gruplar arasında bu özellikler bakımından fark olup olmadığının araştırılmasına dair hesaplamalar Çizelge 3.7. ve Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) Sinyal Intensite Oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri.

Parametreler	Grup	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Lateral Pterygoid Alt Sağ	Gece	1.06433	.22736	.08039	.75733	1.49600
	Tüm Gün	1.22033	.23829	.08425	.80867	1.41933
Lateral Pterygoid Alt Sol	Gece	.92742	.16697	.05903	.77267	1.26667
	Tüm Gün	1.09717	.27452	.09706	.62933	1.44200
Lateral Pterygoid Üst Sağ	Gece	1.06242	.29618	.10472	.72267	1.67800
	Tüm Gün	1.22875	.30055	.10626	.71067	1.52267
Lateral Pterygoid Üst Sol	Gece	1.00450	.17698	.06257	.85067	1.36267
	Tüm Gün	1.12175	.27202	.09617	.60667	1.52067
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	Gece	.92750	.17581	.06216	.64267	1.17067
	Tüm Gün	1.06250	.14509	.05130	.83867	1.31400
Musculus Pterygoideus Medial Sol	Gece	.85075	.27592	.09755	.62400	1.35400
	Tüm Gün	.91058	.23759	.08400	.60600	1.40000
Musculus Massetericus Sağ	Gece	.89717	.24904	.08805	.50533	1.35933
	Tüm Gün	1.00925	.19679	.06958	.70467	1.24533
Musculus Massetericus Sol	Gece	.81433	.18211	.06439	.54867	1.21133
	Tüm Gün	1.02258	.23757	.08399	.69600	1.40733
M.Temporalis Sağ	Gece	.89467	.33148	.11720	.46067	1.45133
	Tüm Gün	1.03900	.14170	.05010	.80933	1.22333
M.Temporalis Sol	Gece	.86967	.22311	.07888	.65533	1.21867
	Tüm Gün	.95067	.15422	.05452	.66800	1.10533
Discus Articularis Anterior Sağ	Gece	.86009	.29725	.10509	.35867	1.20200
	Tüm Gün	1.10600	.24740	.08747	.65333	1.52933
Discus Articularis Anterior Sol	Gece	.91150	.25475	.09007	.63333	1.31800
	Tüm Gün	1.22433	.71935	.25433	.66533	2.96000
Discus Articularis Posterior Sağ	Gece	.88350	.32942	.11647	.50867	1.47333
	Tüm Gün	1.18825	.15361	.05431	.87533	1.33000
Discus Articularis Posterior Sol	Gece	.86150	.24342	.08606	.49133	1.15533
	Tüm Gün	1.05358	.21080	.07453	.62667	1.25867
Kondiler Proses Anterior Sağ	Gece	.89833	.24120	.08528	.54000	1.37200
	Tüm Gün	.98158	.20014	.07076	.73467	1.22667
Kondiler Proses Anterior Sol	Gece	.86933	.09106	.03219	.78333	1.05800
	Tüm Gün	.98233	.21785	.07702	.62000	1.21333
Kondiler Proses Posterior Sağ	Gece	1.01409	.27657	.09778	.66267	1.44200
	Tüm Gün	1.23508	.29214	.10329	.89333	1.72667
Kondiler Proses Posterior Sol	Gece	.99800	.18007	.06367	.77733	1.37133
	Tüm Gün	1.13842	.37160	.13138	.75667	1.94800
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	1.13308	.35883	.12686	.74267	1.75867
	Tüm Gün	1.16717	.18690	.06608	.95333	1.41333
Medial Prosesus Kondilaris Sol	Gece	1.10717	.34337	.12140	.83600	1.63600
	Tüm Gün	1.28642	.47576	.16821	.79600	1.95733
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	1.09742	.35452	.12534	.79533	1.90067
	Tüm Gün	1.25425	.20538	.07261	.96067	1.57867
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	Gece	1.03375	.31241	.11045	.77000	1.69533
	Tüm Gün	1.20183	.38855	.13737	.73733	1.89533

Çizelge 3.5.(devam)Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) Sinyal Intensite Oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri

Retrodiskal Doku Sağ	Gece	.92975	.25425	.08989	.59800	1.36533
	Tüm Gün	1.19358	.19154	.06772	.91933	1.47800
Retrodiskal Doku Sol	Gece	.88867	.22817	.08067	.58467	1.29733
	Tüm Gün	1.21100	.43504	.15381	.61800	1.99133
Grey Matter	Gece	1.29092	.30944	.10941	1.00200	1.73733
	Tüm Gün	1.21217	.22428	.07930	.83200	1.48467
White Matter	Gece	1.51892	.60824	.21504	.64933	2.41000
	Tüm Gün	1.69125	.26862	.09497	1.16600	1.95600

Çizelge 3.6. Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) hacim ve boyut ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Parametreler	Gruplar	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm ³)	Gece	4.584	.856	.303	3.429	6.188
	Tüm Gün	5.357	.558	.197	4.323	6.277
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm ³)	Gece	4.986	1.212	.429	3.503	6.644
	Tüm Gün	5.069	.903	.319	4.162	6.296
Sağ M. Masatter Hacim (cm ³)	Gece	13.051	2.276	.805	9.827	15.588
	Tüm Gün	13.731	1.967	.695	10.308	16.783
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	31.150	1.859	.657	28.300	34.300
	Tüm Gün	32.913	3.038	1.074	30.000	39.000
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	11.188	1.503	.531	8.600	13.800
	Tüm Gün	11.463	.842	.298	9.800	12.700
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	29.000	3.463	1.224	23.100	33.300
	Tüm Gün	29.413	2.880	1.018	25.100	33.200
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	11.863	1.272	.450	9.600	13.900
	Tüm Gün	11.063	1.447	.512	9.400	13.800
Sağ M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	34.125	2.380	.841	31.200	38.000
	Tüm Gün	38.675	4.761	1.683	31.600	45.000
Sağ M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	10.988	1.338	.473	9.600	13.100
	Tüm Gün	11.788	1.373	.485	9.300	13.400
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm ³)	Gece	4.521	.573	.203	3.940	5.777
	Tüm Gün	5.236	.533	.189	4.154	5.941
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm ³)	Gece	4.895	.861	.304	3.579	5.995
	Tüm Gün	5.245	.784	.277	4.069	6.560
Sol M. Masatter Hacim (cm ³)	Gece	13.196	2.867	1.014	8.465	15.805
	Tüm Gün	13.832	2.648	.936	8.969	17.615
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	31.963	2.771	.980	28.800	36.100
	Tüm Gün	33.075	2.415	.854	30.300	36.000
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	11.488	1.555	.550	8.400	13.400
	Tüm Gün	12.238	1.279	.452	10.600	14.000
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	28.100	3.595	1.271	22.400	33.100
	Tüm Gün	30.088	1.873	.662	27.000	32.700

Çizelge 3.6. (devam) Araştırmada Kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) parametrelerinin tüm gün ve gece gruplarında tedavi başı (T0) hacim ve boyut ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	11.650	.773	.273	10.900	13.000
	Tüm Gün	11.325	2.293	.811	7.600	14.300
Sol M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	32.313	3.552	1.256	27.300	38.500
	Tüm Gün	40.038	5.409	1.912	32.700	49.400
Sol M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	10.575	1.424	.503	7.900	12.100
	Tüm Gün	11.575	1.830	.647	8.000	13.700

Çizelge 3.7.Tedavi başlangıcında (T0) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin sinyal intensiteleri oranları bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	Df	P Değeri	Fark Ortalamaları	Fark Ortalamalarının Std. Hatası	Test
Lateral Pterygoid Alt Sağ	-1.340	14	.202	-0.15600	0.11645	
Lateral Pterygoid Alt Sol	-1.494	14	.157	-0.16975	0.11360	
Lateral Pterygoid Üst Sağ	-1.115	14	.284	-0.16634	0.14919	
Lateral Pterygoid Üst Sol	-1.022	14	.324	-0.11725	0.11474	
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	-1.675	14	.116	-0.13500	0.08059	
Musculus Pterygoideus Medial Sol	-.465	14	.649	-0.05983	0.12874	
Musculus Massetericus Sağ	-.999	14	.335	-0.11208	0.11222	
Musculus Massetericus Sol	-1.968	14	.069	-0.20825	0.10583	
M.Temporalis Sağ	-1.132	14	.276	-0.14433	0.12746	
M.Temporalis Sol	-.845	14	.412	-0.08100	0.09589	
Discus Articularis Anterior Sağ	-1.799	14	.094	-0.24592	0.13673	
Discus Articularis Anterior Sol	-1.159	14	.266	-0.31284	0.26980	
Discus Articularis Posterior Sağ	-2.371	14	.033	-0.30475	0.12851	*
Discus Articularis Posterior Sol	-1.687	14	.114	-0.19209	0.11385	
Kondiler Proses Anterior Sağ	-.751	14	.465	-0.08325	0.11081	
Kondiler Proses Anterior Sol	-1.354	14	.197	-0.11300	0.08348	
Kondiler Proses Posterior Sağ	-1.554	14	.143	-0.22100	0.14223	
Kondiler Proses Posterior Sol	-.962	14	.352	-0.14042	0.14599	
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	-.238	14	.815	-0.03408	0.14304	
Medial Prosesus Kondilaris Sol	-.864	14	.402	-0.17925	0.20744	
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	-1.083	14	.297	-0.15683	0.14486	
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	-.954	14	.356	-0.16808	0.17627	
Retrodiskal Doku Sağ	-2.344	14	.034	-0.26383	0.11255	*
Retrodiskal Doku Sol	-1.856	14	.085	-0.32233	0.17368	
Grey Matter	.583	14	.569	0.07875	0.13512	
White Matter	-.733	14	.476	-0.17233	0.23508	

Çizelge 3.8. Tedavi başlangıcında (T0) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin boyut ve hacim ölçümleri bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Parametreler	t	df	P Değeri	Ortalamalar Arası Fark	Ortalamalar Arası Farkın Std. Hatası	Test
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-2.138	14	.051	-0.773	0.361	
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	-.155	14	.879	-0.083	0.534	
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	-.640	14	.533	-0.680	1.063	
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	-1.400	14	.183	-1.763	1.259	
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	-.452	14	.658	-0.275	0.609	
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	-.259	14	.799	-0.413	1.592	
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	1.175	14	.260	0.800	0.681	
Sağ M. Massester Uzunluk (mm)	-2.418	14	.030	-4.550	1.882	*
Sağ M. Massester Genişlik (mm)	-1.181	14	.257	-0.800	0.678	
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-2.580	14	.022	-0.714	0.277	*
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	-.850	14	.410	-0.350	0.412	
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	-.460	14	.652	-0.635	1.380	
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	-.856	14	.406	-1.113	1.300	
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	-1.053	14	.310	-0.750	0.712	
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	-1.387	14	.187	-1.988	1.433	
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	.380	14	.710	0.325	0.856	
Sol M. Massester Uzunluk (mm)	-3.376	14	.005	-7.725	2.288	**
Sol M. Massester Genişlik (mm)	-1.220	14	.243	-1.000	0.820	

3.2.2.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)

- **Discus Articularis Posterior (sağ) SIR:** Tüm gün grubunda 1.18825, gece grubunda 0.8835 başlangıç değerine sahiptir ve gruplar arasında $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **Retrodiskal Doku (sağ) SIR:** Tüm gün grubunda 1.19358, gece grubunda 0.92975 başlangıç değerine sahiptir ve gruplar arasında $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- Diğer tedavi başı SIR ölçümleri gruplar arası karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli fark görülmemiştir.

3.2.2.2. Kas Boyut Ölçümleri

- **M.massatericus uzunluğu (sağ):** Tüm gün grubunda 38.675 mm, gece grubunda 34.125 mm başlangıç değerine sahiptir ve gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **M.massatericus uzunluğu (sol):** Tüm gün grubunda 40.038 mm, gece grubunda 32.313 mm başlangıç değerine sahiptir ve gruplar arasında $p<0,01$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- Diğer tedavi başı kas boyut ölçümleri gruplar arası karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli fark görülmemiştir.

3.2.2.3. Kas Hacim Ölçümleri

- **M.pterygoideus lateralis hacmi (sol):** Tüm gün grubunda 5.236 cm³, gece grubunda 4,521 cm³ başlangıç değerine sahiptir ve gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- Diğer kas hacim ölçümleri gruplar arası karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli fark görülmemiştir.

3.3. Tedavi Gruplarında Tedavi İle Meydana Gelen Değişikliklere Ait Tanımlayıcı İstatistikler ve Bu Değişikliklerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi

3.3.1. Sefalometrik Ölçümler

Tüm gün ve gece gruplarında tedavi ile meydana gelen farklara ait tanımlayıcı sefalometrik değerler Çizelge 3.9'de ve tedavi ile meydana gelen farkların iki grupta karşılaştırılmasına dair hesaplamalar Çizelge 3.10.'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından sefalometrik ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarına göre tanımlayıcı istatistikleri.

Parametreler	Gruplar	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Kronolojik Yaş	Tüm Gün	1.23	.06	.022	1.16	1.33
	Gece	1.24	.09	.033	1.08	1.33
İskelet Yaşı	Tüm Gün	1.63	.58	.206	1.00	2.50
	Gece	1.56	.32	.113	1.00	2.00
SNA	Tüm Gün	.53	.91	.34	-.70	2.00
	Gece	.34	1.44	.51	-1.80	3.10
SNB	Tüm Gün	1.70	.76	.29	.50	2.70
	Gece	1.68	2.17	.77	-1.90	4.70
ANB	Tüm Gün	-1.17	1.23	.47	-3.40	.30
	Gece	-1.35	1.54	.54	-3.20	2.10
Overjet	Tüm Gün	-3.11	1.31	.49	-5.10	-1.00
	Gece	-2.23	1.92	.68	-5.80	-.50
Overbite	Tüm Gün	-1.09	1.02	.38	-2.30	.90
	Gece	-.41	.90	.32	-1.20	1.10
Co-A	Tüm Gün	6.37	2.59	.98	2.90	10.00
	Gece	5.14	3.42	1.21	.60	11.60
Co-Gn	Tüm Gün	9.44	4.21	1.59	5.80	16.30
	Gece	7.71	4.19	1.48	1.60	15.20
Co-Go	Tüm Gün	5.63	5.24	1.98	.90	13.40
	Gece	5.54	2.02	.72	2.40	7.90
Go-Gn	Tüm Gün	3.86	4.46	1.68	-2.70	10.50
	Gece	1.00	4.24	1.50	-5.80	9.10
GoGn/SN	Tüm Gün	.67	2.32	.88	-3.40	4.10
	Gece	.36	2.29	.81	-2.20	4.30
I/NA (°)	Tüm Gün	-1.21	.82	.31	-2.10	.40
	Gece	-.49	.91	.32	-1.70	.70
I/NB (°)	Tüm Gün	.67	.82	.31	-.30	1.50
	Gece	.31	1.28	.45	-1.30	2.90
N-ANS	Tüm Gün	.63	.90	.34	-.60	2.20
	Gece	1.33	1.62	.57	-1.10	4.40
ANS-Me	Tüm Gün	-.14	2.73	1.03	-5.00	3.50
	Gece	-.65	2.83	1.00	-3.90	2.90

Çizelge 3.10. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından sefalometrik ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Değeri	Fark Ortalaması	Fark Ortalamasının Standart Hatası	Test
SNA	.301	14	.768	0.19	0.63	
SNB	.029	14	.977	0.03	0.87	
ANB	.246	14	.809	0.18	0.73	
Overjet	-1.032	14	.320	-0.89	0.86	
Overbite	-1.357	14	.196	-0.67	0.50	
Co-A	.779	14	.449	1.23	1.58	
Co-Gn	.797	14	.430	1.73	2.17	
Co-Go	.046	14	.964	0.09	2.00	
Go-Gn	1.271	14	.224	2.86	2.25	
GoGn/SN	.259	14	.800	0.31	1.19	
I/NA (°)	-1.621	14	.127	-0.73	0.45	
I/NB (°)	.634	14	.536	0.36	0.57	
ANS-Me	.352	14	.730	0.51	1.44	
N-ANS	-1.008	14	.330	-0.70	0.69	
Kronolojik Yaş	.251	14	.806	0.01	0.040	
İskelet Yaşı	-.266	14	.794	-0.06	0.235	

3.3.1.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı

Tüm gün grubundaki tedavi ile kronolojik yaşta 1,23 yıl, iskelet yaşında 1,63 yıl artış olduğu izlenirken, gece grubunda bu farklar sırasıyla 1,24 ve 1,56 yıldır. Student t test ile yapılan karşılaştırmada iki grupta tedavi süresince meydana gelen değişimin benzer olduğu belirlenmiştir.

3.3.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler

İskeletsel açısal ölçümlerde tedavi sonu ve tedavi başı arasında ortaya çıkan farklar her iki tedavi grubunda da benzer olarak bulunmuştur.

3.3.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler

İskeletsel boyutsal ölçümlerde tedavi ile ortaya çıkan değişimler incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

3.3.1.4. Dentoalveolar Ölçümler

Dentoalveolar ölçümlerdeki değişim her iki grupta benzer olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri

Tüm gün ve gece gruplarında tedavi ile meydana gelen farklara ait MRG değerleri Çizelge 3.11. ve Çizelge 3.12.'de; tedavi ile meydana gelen farkların iki grupta karşılaştırılmasına dair hesaplamalar Çizelge 3.13. ve Çizelge 3.14.'te verilmiştir.

Çizelge 3.11. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensiteleri oranlarına göre tanımlayıcı istatistikleri.

Parametreler	Grup	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Lateral Pterygoid Alt Sağ	Gece	0.67867	0.38805	0.13720	0.05733	1.17000
	Tüm Gün	0.93934	0.32496	0.11489	0.60667	1.61267
Lateral Pterygoid Alt Sol	Gece	0.80833	0.39801	0.14072	0.31533	1.43800
	Tüm Gün	0.86317	0.45301	0.16016	0.24400	1.66067
Lateral Pterygoid Üst Sağ	Gece	0.64050	0.43721	0.15458	0.06667	1.22400
	Tüm Gün	0.93058	0.45263	0.16003	0.36000	1.68933
Lateral Pterygoid Üst Sol	Gece	0.66592	0.36625	0.12949	0.16867	1.17067
	Tüm Gün	0.98042	0.56261	0.19891	0.30000	1.75667
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	Gece	0.72758	0.44332	0.15674	0.07333	1.34467
	Tüm Gün	0.87325	0.18496	0.06539	0.49333	1.11600
Musculus Pterygoideus Medial Sol	Gece	0.74725	0.44641	0.15783	0.00933	1.43867
	Tüm Gün	0.84634	0.34348	0.12144	0.26667	1.30867
Musculus Massetericus Sağ	Gece	0.89350	0.38748	0.13699	0.26867	1.34067
	Tüm Gün	1.04758	0.35541	0.12566	0.70133	1.74400
Musculus Massetericus Sol	Gece	0.82792	0.42750	0.15115	0.03400	1.38600
	Tüm Gün	0.93383	0.47420	0.16765	0.37533	1.57333
M.Temporalis Sağ	Gece	0.71409	0.43514	0.15384	0.21467	1.36133
	Tüm Gün	0.99225	0.50100	0.17713	0.48533	1.99867
M.Temporalis Sol	Gece	0.67867	0.38243	0.13521	0.11600	1.26733
	Tüm Gün	0.97525	0.43317	0.15315	0.44933	1.44667
Discus Articularis Anterior Sağ	Gece	0.79258	0.60168	0.21273	-0.03000	2.05000
	Tüm Gün	1.10892	0.41854	0.14798	0.58000	1.96400
Discus Articularis Anterior Sol	Gece	0.91642	0.67269	0.23783	0.24333	2.40600
	Tüm Gün	1.02258	0.61763	0.21837	-0.11667	1.90933

Çizelge 3.11. (devam) Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensiteleri oranlarına göre tanımlayıcı istatistikleri.

Discus Articularis Posterior Sağ	Gece	0.84500	0.51159	0.18087	0.26600	1.62133
	Tüm Gün	1.16967	0.42596	0.15060	0.52667	1.90333
Discus Articularis Posterior Sol	Gece	0.83008	0.31265	0.11054	0.31400	1.39000
	Tüm Gün	1.35375	0.59952	0.21196	0.33000	2.19533
Kondiler Proses Anterior Sağ	Gece	0.39483	0.30876	0.10916	0.03800	0.85667
	Tüm Gün	0.54367	0.46935	0.16594	-0.20667	1.23533
Kondiler Proses Anterior Sol	Gece	0.29608	0.52825	0.18677	-0.49200	1.27667
	Tüm Gün	0.44483	0.43379	0.15337	-0.04400	1.09333
Kondiler Proses Posterior Sağ	Gece	0.38108	0.17474	0.06178	0.15267	0.61400
	Tüm Gün	0.49384	0.51487	0.18203	-0.30133	1.35067
Kondiler Proses Posterior Sol	Gece	0.31892	0.36772	0.13001	-0.22667	0.68000
	Tüm Gün	0.48875	0.40182	0.14207	0.07533	1.36133
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	0.24383	0.43781	0.15479	-0.59000	0.68867
	Tüm Gün	0.60258	0.51515	0.18213	-0.04267	1.30933
Medial Prosesus Kondilaris Sol	Gece	0.25334	0.50795	0.17959	-0.70133	0.77133
	Tüm Gün	0.22083	0.47191	0.16685	-0.53067	1.02733
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	0.36142	0.49166	0.17383	-0.51800	1.07133
	Tüm Gün	0.43267	0.33404	0.11810	0.02533	1.01933
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	Gece	0.30217	0.55467	0.19611	-0.52467	0.94200
	Tüm Gün	0.23000	0.46578	0.16468	-0.45667	0.97067
Retrodiskal Doku Sağ	Gece	0.70900	0.45002	0.15911	0.02133	1.45667
	Tüm Gün	0.82975	0.63833	0.22569	0.06933	1.91867
Retrodiskal Doku Sol	Gece	0.70583	0.33409	0.11812	0.32267	1.27733
	Tüm Gün	1.01592	0.52622	0.18605	0.49267	2.01467
Grey Matter	Gece	0.52883	0.47961	0.16957	-0.05667	1.19933
	Tüm Gün	1.11992	0.47354	0.16742	0.57067	1.87667
White Matter	Gece	0.85442	0.59330	0.20976	0.15667	1.64000
	Tüm Gün	1.51233	0.59404	0.21003	0.92733	2.38333

Çizelge 3.12. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından tanımlayıcı istatistikleri

Parametreler	Gruplar	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	Gece	.924	.788	.278	.153	2.665
	Tüm Gün	1.017	.545	.193	-.065	1.834
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	Gece	1.227	.550	.195	.282	2.166
	Tüm Gün	1.073	.837	.296	-.377	2.353
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	Gece	1.763	1.630	.576	.281	4.650
	Tüm Gün	1.499	2.102	.743	-2.179	4.972
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	.053	2.287	.809	-3.260	2.690
	Tüm Gün	-1.215	2.128	.752	-4.880	1.460
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	.128	2.034	.719	-2.310	3.460
	Tüm Gün	1.023	1.731	.612	-1.740	3.160
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	1.678	2.421	.856	-3.360	4.190
	Tüm Gün	2.285	4.817	1.703	-4.890	8.420
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	-.335	1.025	.362	-1.780	1.290
	Tüm Gün	-.190	1.337	.473	-1.940	1.860
Sağ M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	2.140	2.181	.771	-1.710	4.540
	Tüm Gün	.885	5.168	1.827	-7.640	7.960
Sağ M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	.390	2.503	.885	-2.640	5.190
	Tüm Gün	1.110	2.513	.888	-1.440	5.920
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	Gece	.786	.540	.191	.136	1.576
	Tüm Gün	1.147	.613	.217	.478	2.394
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	Gece	1.175	1.408	.498	-1.328	3.317
	Tüm Gün	.644	.790	.279	-.486	1.683
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	Gece	1.604	1.237	.437	.554	4.394
	Tüm Gün	1.705	1.007	.356	-.315	2.828
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	.290	2.909	1.029	-5.080	4.290
	Tüm Gün	.035	3.440	1.216	-3.810	5.060
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	.765	2.186	.773	-2.310	3.760
	Tüm Gün	-.078	2.380	.841	-3.440	3.590
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	4.153	2.557	.904	1.590	8.560
	Tüm Gün	1.560	4.016	1.420	-4.590	6.020
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	-.310	1.037	.366	-2.110	.590
	Tüm Gün	.648	2.053	.726	-2.090	4.390
Sol M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	5.328	3.287	1.162	.590	9.490
	Tüm Gün	.973	5.856	2.070	-8.090	8.960
Sol M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	1.190	2.430	.859	-3.210	4.490
	Tüm Gün	-.015	1.695	.599	-1.990	3.160

Çizelge 3.13. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensite oranları açısından karşılaştırılması (Student-t Testi) *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001.

Parametreler	t	df	P Değeri	Fark Ortalamaları	Fark Ortalamalarının Std. Hatası	Test
Lateral Pterygoid Alt Sağ	-1.457	14	.167	-0.26067	0.17895	
Lateral Pterygoid Alt Sol	-.257	14	.801	-0.05483	0.21320	
Lateral Pterygoid Üst Sağ	-1.304	14	.213	-0.29008	0.22249	
Lateral Pterygoid Üst Sol	-1.325	14	.206	-0.31450	0.23735	
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	-.858	14	.405	-0.14567	0.16983	
Musculus Pterygoideus Medial Sol	-.498	14	.627	-0.09909	0.19914	
Musculus Masattericus Sağ	-.829	14	.421	-0.15408	0.18589	
Musculus Masattericus Sol	-.469	14	.646	-0.10592	0.22573	
M.Temporalis Sağ	-1.186	14	.255	-0.27817	0.23461	
M.Temporalis Sol	-1.452	14	.169	-0.29658	0.20429	
Discus Articularis Anterior Sağ	-1.221	14	.242	-0.31633	0.25913	
Discus Articularis Anterior Sol	-.329	14	.747	-0.10617	0.32288	
Discus Articularis Posterior Sağ	-1.379	14	.189	-0.32467	0.23536	
Discus Articularis Posterior Sol	-2.191	14	.046	-0.52367	0.23905	*
Kondiler Proses Anterior Sağ	-.749	14	.466	-0.14883	0.19863	
Kondiler Proses Anterior Sol	-.616	14	.548	-0.14875	0.24167	
Kondiler Proses Posterior Sağ	-.587	14	.567	-0.11275	0.19223	
Kondiler Proses Posterior Sol	-.882	14	.393	-0.16984	0.19257	
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	-1.501	14	.156	-0.35875	0.23902	
Medial Prosesus Kondilaris Sol	.133	14	.896	0.03250	0.24513	
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	-.339	14	.740	-0.07125	0.21015	
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	.282	14	.782	0.07217	0.25608	
Retrodiskal Doku Sağ	-.437	14	.669	-0.12075	0.27613	
Retrodiskal Doku Sol	-1.407	14	.181	-0.31008	0.22038	
Grey Matter	-2.481	14	.026	-0.59108	0.23829	*
White Matter	-2.216	14	.044	-0.65792	0.29684	*

Çizelge 3.14. Tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları bakımından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Değeri	Ortalamalar Arası Fark	Ortalamalar Arası Farkın Std. Hatası	Test
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-.274	14	.788	-0.093	0.339	
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	.434	14	.671	0.154	0.354	
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	.280	14	.783	0.264	0.941	
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	1.148	14	.270	1.268	1.104	
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	-.948	14	.359	-0.895	0.944	
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	-.319	14	.755	-0.608	1.906	
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-.243	14	.811	-0.145	0.596	
Sağ M. Massester Uzunluk (mm)	.633	14	.537	1.255	1.983	
Sağ M. Massester Genişlik (mm)	-.574	14	.575	-0.720	1.254	
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-1.249	14	.232	-0.361	0.289	
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	.931	14	.368	0.531	0.571	
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	-.178	14	.861	-0.100	0.564	
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	.160	14	.875	0.255	1.593	
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	.737	14	.473	0.843	1.143	
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	1.540	14	.146	2.593	1.683	
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-1.177	14	.259	-0.958	0.813	
Sol M. Massester Uzunluk (mm)	1.834	14	.088	4.355	2.374	
Sol M. Massester Genişlik (mm)	1.150	14	.269	1.205	1.047	

3.3.2.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)

- **Discus Articularis Posterior (sol) SIR:** Tüm gün grubundaki artış 1.35375, gece grubundaki artış ise 0.83008 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında ortaya çıkan bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.
- **Grey Matter:** Tüm gün grubundaki artış 1.11992, gece grubundaki artış ise 0.52883 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında ortaya çıkan bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.
- **White Matter:** Tüm gün grubundaki artış 1.51233, gece grubundaki artış ise 0.85442 olarak ölçülmüştür. İki grup arasında ortaya çıkan bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Diğer sinyal intensite oranlarında tedavi ile ortaya çıkan farklar karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

3.3.2.2.Kas Boyut Ölçümleri

Kas boyutlarında tedavi sonu-tedavi başı süresince meydana gelen farklar tüm gün ve gece grupları için benzer bulunmuştur.

3.3.2.3. Kas Hacim Ölçümleri

Kas hacimlerinde tedavi sonu-tedavi başı süresince meydana gelen farklar tüm gün ve gece grupları için benzer bulunmuştur.

3.4. Tedavi Gruplarında Tedavi Sonu MRG Tanımlayıcı İstatistikleri ve Tedavi Sonundaki Parametrelerin Gruplar Arası Değerlendirilmesi

Her iki grupta tedavi sonu MRG değerleri Çizelge 3.15. ve Çizelge 3.16.'da; tedavi sonunda gruplar arasında bu özellikler bakımından fark olup olmadığının araştırılmasına dair hesaplamalar Çizelge 3.17 ve Çizelge 3.18.'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Tedavi sonu (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensite oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri

Parametreler	Grup	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Lateral Pterygoid Alt Sağ	Gece	1.74300	0.41916	0.14820	0.94800	2.27333
	Tüm Gün	2.15967	0.36428	0.12879	1.83533	2.98400
Lateral Pterygoid Alt Sol	Gece	1.73575	0.37833	0.13376	1.09800	2.21067
	Tüm Gün	1.96033	0.42524	0.15035	1.56067	2.73200
Lateral Pterygoid Üst Sağ	Gece	1.70292	0.35697	0.12621	0.99933	2.10867
	Tüm Gün	2.15933	0.47449	0.16776	1.66867	3.00400
Lateral Pterygoid Üst Sol	Gece	1.67042	0.33234	0.11750	1.11733	2.13133
	Tüm Gün	2.10217	0.53850	0.19039	1.42267	2.85267
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	Gece	1.65508	0.42870	0.15157	0.83800	2.24533
	Tüm Gün	1.93575	0.21895	0.07741	1.64867	2.26667
Musculus Pterygoideus Medial Sol	Gece	1.59800	0.39020	0.13796	1.00467	2.13400
	Tüm Gün	1.75692	0.20770	0.07343	1.53867	2.16267
Musculus Massetericus Sağ	Gece	1.79067	0.35365	0.12504	1.12133	2.18733
	Tüm Gün	2.05683	0.41886	0.14809	1.40600	2.72667

Çizelge 3.15. (devam) Tedavi sonu (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında sinyal intensite oranları açısından tanımlayıcı istatistikleri

Musculus Masattericus Sol	Gece	1.64225	0.41383	0.14631	0.83133	2.15600
	Tüm Gün	1.95642	0.48038	0.16984	1.43133	2.72200
M.Temporalis Sağ	Gece	1.60875	0.29607	0.10468	1.02733	1.88467
	Tüm Gün	2.03125	0.47373	0.16749	1.60600	2.99533
M.Temporalis Sol	Gece	1.54833	0.32409	0.11458	0.92933	1.92267
	Tüm Gün	1.92592	0.50069	0.17702	1.11733	2.42533
Discus Articularis Anterior Sağ	Gece	1.65267	0.53332	0.18856	0.71200	2.40867
	Tüm Gün	2.21492	0.42166	0.14908	1.78467	3.01333
Discus Articularis Anterior Sol	Gece	1.82792	0.67657	0.23920	0.87667	3.12333
	Tüm Gün	2.24692	0.46565	0.16463	1.62533	2.84333
Discus Articularis Posterior Sağ	Gece	1.72850	0.58452	0.20666	0.77467	2.55667
	Tüm Gün	2.35792	0.47790	0.16896	1.62000	3.12333
Discus Articularis Posterior Sol	Gece	1.69158	0.46953	0.16600	0.80533	2.21000
	Tüm Gün	2.40733	0.52735	0.18645	1.57000	3.23667
Kondiler Proses Anterior Sağ	Gece	1.29317	0.38862	0.13740	0.84000	2.00000
	Tüm Gün	1.52525	0.50075	0.17704	0.91333	2.37533
Kondiler Proses Anterior Sol	Gece	1.16542	0.48893	0.17286	0.56600	2.12867
	Tüm Gün	1.42717	0.44807	0.15842	1.00200	2.30667
Kondiler Proses Posterior Sağ	Gece	1.39517	0.33539	0.11858	0.92467	1.87000
	Tüm Gün	1.72892	0.59127	0.20905	0.92667	2.38000
Kondiler Proses Posterior Sol	Gece	1.31692	0.31143	0.11011	0.75000	1.67000
	Tüm Gün	1.62717	0.40479	0.14311	0.93333	2.21333
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	1.37692	0.40603	0.14355	0.92133	2.14733
	Tüm Gün	1.76975	0.49682	0.17565	1.17533	2.43733
Medial Prosesus Kondilaris Sol	Gece	1.36050	0.46607	0.16478	0.75200	2.21200
	Tüm Gün	1.50725	0.40823	0.14433	1.16933	2.30200
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	Gece	1.45883	0.41221	0.14574	0.94133	2.21133
	Tüm Gün	1.68692	0.26023	0.09201	1.42067	2.06667
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	Gece	1.33592	0.45681	0.16151	0.68600	2.14600
	Tüm Gün	1.43183	0.29433	0.10406	1.05867	1.86200
Retrodiskal Doku Sağ	Gece	1.63875	0.53951	0.19074	0.69000	2.46467
	Tüm Gün	2.02333	0.75622	0.26737	1.32533	3.27333
Retrodiskal Doku Sol	Gece	1.59450	0.40613	0.14359	0.95667	2.13200
	Tüm Gün	2.22692	0.51084	0.18061	1.45333	3.03333
Grey Matter	Gece	1.81975	0.48354	0.17096	1.07467	2.32400
	Tüm Gün	2.33208	0.51375	0.18164	1.55000	2.95667
White Matter	Gece	2.37333	0.96710	0.34192	0.80600	3.21933
	Tüm Gün	3.20358	0.64918	0.22952	2.25400	3.97667

Çizelge 3.16. Tedavi sonu (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin tüm gün ve gece gruplarında boyut ve hacim ölçümleri açısından tanımlayıcı istatistikleri

Parametreler	Gruplar	Ortalama	Std. Sapma	Ortalamanın Std. Hatası	En Küçük	En Büyük
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	Gece	5.508	.808	.286	4.464	6.822
	Tüm Gün	6.374	.711	.251	5.302	7.167
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	Gece	6.212	1.132	.400	4.455	7.496
	Tüm Gün	6.141	1.074	.380	5.171	8.024
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	Gece	14.813	2.677	.946	10.453	17.924
	Tüm Gün	15.230	3.047	1.077	10.496	19.657
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	31.203	3.131	1.107	25.260	35.290
	Tüm Gün	31.698	3.223	1.139	27.460	37.060
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	11.315	1.283	.453	9.820	13.590
	Tüm Gün	12.485	1.620	.573	9.990	14.760
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	30.678	3.284	1.161	26.760	35.990
	Tüm Gün	31.698	2.261	.799	28.310	34.390
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	11.528	1.262	.446	9.440	12.990
	Tüm Gün	10.873	1.039	.367	9.110	12.360
Sağ M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	36.265	1.520	.537	34.320	39.090
	Tüm Gün	39.560	3.250	1.149	33.720	43.160
Sağ M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	11.378	2.619	.926	8.490	15.490
	Tüm Gün	12.898	1.953	.691	10.720	15.220
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	Gece	5.307	.924	.327	4.383	7.348
	Tüm Gün	6.382	.930	.329	4.877	7.956
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	Gece	6.070	1.387	.490	4.505	8.623
	Tüm Gün	5.889	1.004	.355	4.631	7.783
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	Gece	14.801	3.440	1.216	9.274	20.199
	Tüm Gün	15.536	2.717	.961	11.131	19.044
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	Gece	32.253	3.047	1.077	26.660	36.690
	Tüm Gün	33.110	2.407	.851	30.020	36.810
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	Gece	12.253	1.575	.557	10.490	15.190
	Tüm Gün	12.160	1.752	.620	9.960	14.360
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	Gece	32.253	2.016	.713	28.490	35.190
	Tüm Gün	31.648	2.893	1.023	26.610	35.620
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	Gece	11.340	1.419	.502	9.290	13.490
	Tüm Gün	11.973	2.205	.780	8.920	16.060
Sol M. Masseter Uzunluk (mm)	Gece	37.640	1.730	.612	34.890	40.590
	Tüm Gün	41.010	4.450	1.573	35.260	47.260
Sol M. Masseter Genişlik (mm)	Gece	11.765	2.660	.941	8.290	15.690
	Tüm Gün	11.560	1.481	.524	9.860	14.560

Çizelge 3.17. Tedavi sonunda (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin sinyal intensiteleri oranları bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Parametreler	t	Df	P Değeri	Fark Ortalamaları	Fark Ortalamalarının Std. Hatası	Test
Lateral Pterygoid Alt Sağ	-2.122	14	.052	-0.41667	0.19634	
Lateral Pterygoid Alt Sol	-1.116	14	.283	-0.22459	0.20124	
Lateral Pterygoid Üst Sağ	-2.174	14	.047	-0.45642	0.20993	*
Lateral Pterygoid Üst Sol	-1.930	14	.074	-0.43175	0.22373	
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	-1.649	14	.121	-0.28067	0.17019	
Musculus Pterygoideus Medial Sol	-1.017	14	.326	-0.15892	0.15628	
Musculus Massetericus Sağ	-1.373	14	.191	-0.26617	0.19382	
Musculus Massetericus Sol	-1.401	14	.183	-0.31417	0.22417	
M.Temporalis Sağ	-2.139	14	.051	-0.42250	0.19751	
M.Temporalis Sol	-1.791	14	.095	-0.37758	0.21087	
Discus Articularis Anterior Sağ	-2.339	14	.035	-0.56225	0.24037	*
Discus Articularis Anterior Sol	-1.443	14	.171	-0.41900	0.29038	
Discus Articularis Posterior Sağ	-2.358	14	.033	-0.62942	0.26694	*
Discus Articularis Posterior Sol	-2.867	14	.012	-0.71575	0.24964	*
Kondiler Proses Anterior Sağ	-1.036	14	.318	-0.23208	0.22410	
Kondiler Proses Anterior Sol	-1.116	14	.283	-0.26175	0.23447	
Kondiler Proses Posterior Sağ	-1.389	14	.187	-0.33375	0.24034	
Kondiler Proses Posterior Sol	-1.718	14	.108	-0.31025	0.18057	
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	-1.732	14	.105	-0.39283	0.22685	
Medial Prosesus Kondilaris Sol	-.670	14	.514	-0.14675	0.21905	
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	-1.323	14	.207	-0.22808	0.17235	
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	-.499	14	.625	-0.09592	0.19213	
Retrodiskal Doku Sağ	-1.171	14	.261	-0.38458	0.32843	
Retrodiskal Doku Sol	-2.741	14	.016	-0.63242	0.23073	*
Grey Matter	-2.054	14	.059	-0.51233	0.24944	
White Matter	-2.016	14	.063	-0.83025	0.41181	

Çizelge 3.18. Tedavi sonunda (T1) manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümleri yapılan parametrelerin boyut ve hacim ölçümleri bakımından tüm gün ve gece gruplarının karşılaştırılması (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Değeri	Ortalamalar Arası Fark	Ortalamalar Arası Farkın Std. Hatası	Test
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-2.275	14	.039	-0.866	0.381	*
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	.129	14	.899	0.071	0.552	
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	-.290	14	.776	-0.416	1.434	
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	-.312	14	.760	-0.495	1.589	
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	-1.602	14	.132	-1.170	0.730	
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	-.724	14	.481	-1.020	1.409	
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	1.133	14	.276	0.655	0.578	
Sağ M. Massester Uzunluk (mm)	-2.598	14	.021	-3.295	1.269	*
Sağ M. Massester Genişlik (mm)	-1.316	14	.209	-1.520	1.155	
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	-2.320	14	.036	-1.075	0.464	*
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	.299	14	.769	0.181	0.605	
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	-.475	14	.642	-0.736	1.550	
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	-.625	14	.542	-0.858	1.373	
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	.111	14	.913	0.093	0.833	
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	.485	14	.635	0.605	1.247	
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-.682	14	.506	-0.633	0.927	
Sol M. Massester Uzunluk (mm)	-1.996	14	.066	-3.370	1.688	
Sol M. Massester Genişlik (mm)	.190	14	.852	0.205	1.077	

3.4.1. Sinyal İntensite Oranları (SIR)

- **M. Lateral Pterygoid Üst Sağ (SIR):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 2.15933, gece grubundaki değer ise 1.70292 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **Discus Articularis Anterior Sağ (SIR):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 2.21492, gece grubundaki değer ise 1.65267 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **Discus Articularis Posterior Sağ (SIR):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 2.35792, gece grubundaki değer ise 1.72850 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **Discus Articularis Posterior Sol (SIR):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 2.40733, gece grubundaki değer ise 1.69158 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

- **Retrodiskal Doku Sol (SIR):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 2.22692, gece grubundaki değer ise 1.59450 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Diğer sinyal intensite oranlarında tedavi sonundaki değerlerde gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

3.4.2.Kas Boyut Ölçümleri

- **Sağ M. Masseter Uzunluk (mm):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 39.560, gece grubundaki değer ise 36.265 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Diğer kas boyut ölçümleri oranlarında tedavi sonundaki değerlerde gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

3.4.3. Kas Hacim Ölçümleri

- **Sağ M.Lateral Pterygoid Hacim (cm³):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 6.374 , gece grubundaki değer ise 5.508 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.
- **Sol M.Lateral Pterygoid Hacim (cm³):** Tedavi sonundatüm gün grubundaki değer 6.382, gece grubundaki değer ise 5.307 olarak ölçülmüştür. Gruplar arasında $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

Diğer kas hacim ölçümleri oranlarında tedavi sonundaki değerlerde gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür.

3.5. Tedavi grupları ile Kontrol Grubu Arasında Tedavi Sonunda Beyin Üzerindeki Ölçümlerin Değerlendirilmesi ve Analizleri.

3.5.1. Rest state (Dinlenme Durumu) fMRI analizleri

Dinlenme durumunda tüm gün ve gece gruplarında tedavi sonu ile kontrol grubu tedavi başı BOLD (Blood Oxygen Level Dependant) değerleribakımından istatistiksel olarak anlamlı olan değişiklikler Çizelge 3.19. ve Çizelge 3.20.'de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) tüm gün grubu ile – tedavi başlangıcı (T0)kontrol grubununfonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine(Blood Oxygen Level Dependant)göre incelenmesi(Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Region	Cluster Size	x	y	z	z-score	p-value
Lateral occipital cortex	52	-42	-70	28	4.06	< 0.001
Central opercular cortex	33	50	-2	8	3.27	0.001
Intracalcerine cortex	12	-22	-78	12	3.55	< 0.001
Middle frontal gyrus	12	-42	26	44	2.90	0.004
Juxtapositional lobule cortex	7	-10	-14	56	2.86	0.004
Occipital fusiform gyrus	6	-34	-82	-16	3.37	0.001
Supramarginal gyrus	4	42	-42	40	3.05	0.002
Angular gyrus	4	-50	-54	40	2.95	0.003
Supracalcerine cortex	68	2	-86	12	4.75	< 0.001
Cingulate gyrus	10	10	-38	44	3.24	0.001
Cingulate gyrus	5	-2	-50	24	2.81	0.005
Middle temporal gyrus	4	62	-50	-8	2.43	0.015
Cingulate gyrus	4	-6	30	4	3.84	< 0.001
Lateral occipital cortex	4	-42	-82	12	2.76	0.006
Precuneus cortex	4	10	-54	36	3.12	0.002
Superior frontal gyrus	7	-22	18	56	2.86	0.004
Angular gyrus	7	-38	-54	44	2.85	0.004
Postcentral gyrus	7	46	-14	32	3.37	0.001
Cingulate gyrus	7	-18	-50	20	2.88	0.004
Precuneus cortex	6	-26	-50	8	3.62	< 0.001
Lingual gyrus	4	2	-90	-8	3.16	0.002
Inferior temporal gyrus	17	46	-46	-8	3.55	< 0.001
Cingulate gyrus	9	-6	-38	32	3.39	0.001
Cingulate gyrus	8	-6	-50	8	3.27	0.001
Lateral occipital cortex	8	-30	-66	28	2.86	0.004
Occipital fusiform	7	30	-82	-4	3.13	0.002
Occipital fusiform	4	-26	-90	-16	2.83	0.005
Lingual gyrus	4	-2	-90	-12	2.61	0.009
Precentral gyrus	29	-58	-6	36	5.18	< 0.001
Cingulate gyrus	16	2	-26	28	3.40	0.001
Superior temporal gyrus	7	-50	-26	0	3.46	0.001
Angular gyrus	7	54	-50	44	3.35	0.001
Frontal operculum cortex	6	46	26	0	3.28	0.001
Cingulate gyrus	7	-14	-38	0	2.87	0.004

Çizelge 3.19. (devam) Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) tüm gün grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Precentral gyrus	7	-38	-14	36	4.08	< 0.001
Superior frontal	7	14	22	64	2.81	0.005
Parietal operculum	7	54	-22	16	3.07	0.002
Supramarginal gyrus	6	-50	-34	32	3.78	< 0.001
Middle frontal gyrus	6	42	26	32	3.61	< 0.001
Frontal pole	6	-18	50	12	3.12	0.002
Paracingulate gyrus	5	6	34	32	3.09	0.002
Superior frontal gyrus	5	-6	18	64	3.84	< 0.001
Occipital pole	40	14	-94	0	3.39	0.001
Middle frontal gyrus	31	26	2	40	4.40	< 0.001
Middle temporal gyrus	22	-42	-46	0	4.26	< 0.001
Frontal pole	16	-30	50	36	3.46	0.001
Supramarginal gyrus	13	-54	-42	24	3.16	0.002
Lateral occipital cortex	13	26	-78	24	2.68	0.007
Frontal pole	12	22	46	36	2.79	0.005
Paracingulate	12	10	50	12	3.06	0.002
Lateral occipital cortex	12	34	-58	44	3.16	0.002
Intracalcerine cortex	10	-18	-74	8	3.00	0.003
Inferior frontal gyrus	7	42	14	16	3.02	0.003
Parahippocampal gyrus	6	-26	-34	-8	2.94	0.003
Precuneus cortex	6	-2	-78	36	3.06	0.002
Cingulate gyrus	5	-2	-18	32	3.58	< 0.001
Middle frontal gyrus	5	-38	10	56	2.95	0.003
Intracalcerine cortex	5	-10	-86	0	2.43	0.015
Cingulate gyrus	32	6	-26	40	4.27	< 0.001
Supramarginal gyrus	29	34	-38	32	3.49	< 0.001
Superior temporal gyrus	20	58	-34	8	3.81	< 0.001
Cingulate gyrus	16	-2	30	20	3.48	0.001
Middle frontal gyrus	14	-50	26	32	3.15	0.002
Supramarginal cortex	14	2	-82	12	3.60	< 0.001
Frontal operculum cortex	13	-38	10	8	3.17	0.002
Angular gyrus	10	38	-58	16	2.69	0.007
Inferior frontal gyrus	10	-54	14	8	3.30	0.001
Occipital pole	9	-6	-102	-4	3.31	0.001
Precentral gyrus	8	46	-10	52	2.66	0.008
Postcentral gyrus	7	-54	-22	52	3.17	0.002
Postcentral gyrus	5	-42	-26	32	2.60	0.009

Çizelge 3.20. Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) gece grubu ile – tedavi başlangıcı (T0)kontrol grubununfonksiyonel manyetik rezonans Görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine(Blood Oxygen Level Dependant)göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Region	Cluster Size	x	y	z	z-score	p-value
Precuneous cortex	30	22	-54	20	3.60	< 0.001
Middle frontal gyrus	23	50	26	36	4.45	< 0.001
Middle frontal gyrus	9	-54	10	44	3.30	0.001
Juxtapositional lobule cortex	9	6	-6	48	3.54	< 0.001
Lateral occipital coetx	9	-46	-74	4	4.80	< 0.001
Lateral occipital cortex	8	38	-70	4	3.09	0.002
Superior frontal gyrus	8	26	22	52	3.03	0.002
Intracalcerine cortex	8	-2	-74	8	3.27	0.001
Lingual gyrus	6	-10	-74	-8	3.05	0.002
Central opercular	89	50	-2	4	4.08	< 0.001
Middle temporal gyrus	26	-50	-62	0	3.60	< 0.001
Precentral gyrus	25	-58	-6	40	3.59	< 0.001
Middle frontal gyrus	21	38	6	44	3.56	< 0.001
Cuneal cortex	11	18	-70	20	3.12	0.002
Lateral occipital cortex	10	38	-66	12	3.76	< 0.001
Precuneous cortex	10	-30	-66	12	3.93	< 0.001
Angular gyrus	10	58	-50	36	3.53	< 0.001
Inferior temporal gyrus	10	-50	-54	-16	3.41	0.001
Cingulate gyrus	8	-2	-38	32	3.02	0.003
Frontal pole	7	-46	50	20	2.88	0.004
Lateral occipital cortex	6	38	-62	40	3.39	0.001
Middle frontal gyrus	5	-42	10	52	2.88	0.004
Precentral gyrus	5	-42	-18	56	3.08	0.002
Middle frontal gyrus	36	30	22	52	5.27	< 0.001
Juxtapositional lobule cortex	23	6	2	48	3.05	0.002
Lateral occipital cortex	8	50	-62	-4	2.91	0.004
Middle frontal gyrus	8	-26	6	48	3.11	0.002
Frontal pole	7	10	38	52	2.85	0.004
Cingulate gyrus	5	6	22	28	2.95	0.003
Paracingulate gyrus	7	-6	54	12	2.95	0.003
Occipital fusiform gyrus	7	18	-82	-4	3.37	0.001
Central opercular cortex	5	50	-18	16	2.66	0.008
Precentral gyrus	4	2	-18	60	3.40	0.001
Occipital pole	4	-22	-98	-12	2.49	0.012

Çizelge 3.20. (devam) Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) gece grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans Görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Frontal pole	4	-14	38	52	3.09	0.002
Postcentral gyrus	4	62	-18	48	3.14	0.002
Supramarginal gyrus	52	-62	-26	32	5.22	< 0.001
Lateral occipital cortex	28	-42	-82	-8	3.89	< 0.001
Postcentral gyrus	22	62	-18	36	3.95	< 0.001
Superior frontal gyrus	19	-10	34	48	4.00	< 0.001
Lateral occipital cortex	17	42	-70	28	3.51	< 0.001
Lateral occipital cortex	14	-30	-74	16	4.43	< 0.001
Middle frontal gyrus	14	-46	10	44	3.43	0.001
Middle temporal gyrus	11	54	-58	4	2.69	0.007
Temporal fusiform cortex	10	-26	-46	-24	3.78	< 0.001
Superior frontal gyrus	10	22	34	44	3.31	0.001
Superior frontal gyrus	9	-2	54	40	3.07	0.002
Middle frontal gyrus	9	50	18	44	3.11	0.002
Middle temporal gyrus	8	-58	-34	-16	3.67	< 0.001
Lateral occipital cortex	6	26	-58	36	3.64	< 0.001
Precentral gyrus	5	66	14	12	3.19	0.001
Middle temporal gyrus	5	-54	-50	4	3.00	0.003
Cingulate gyrus	32	6	-38	40	3.46	0.001
Lateral occipital cortex	23	-30	-82	16	3.65	< 0.001
Lateral occipital cortex	21	42	-74	12	4.05	< 0.001
Juxtapositional lobule cortex	21	2	-10	60	4.36	< 0.001
Superior frontal gyrus	19	2	38	52	4.93	< 0.001
Postcentral gyrus	16	-42	-30	52	3.61	< 0.001
Central opercular cortex	14	-54	-2	8	3.40	0.001
Lingual gyrus	12	-14	-58	-12	3.61	< 0.001
Middle frontal gyrus	10	-38	14	52	2.86	0.004
Frontal pole	7	2	62	28	3.40	0.001
Temporal occipital fusiform	6	42	-58	-20	3.02	0.003
Middle frontal gyrus	6	54	14	36	2.77	0.006
Lingual gyrus	6	-18	-46	-12	3.09	0.002
Supramarginal gyrus	4	46	-38	32	2.73	0.006
Middle frontal gyrus	54	22	26	28	3.37	0.001
Cingulate gyrus	42	-6	-38	44	5.24	< 0.001
Precentral gyrus	33	38	-10	44	5.34	< 0.001
Middle frontal gyrus	12	-38	14	52	3.25	0.001
Lateral occipital cortex	10	-50	-62	36	3.42	0.001

Çizelge 3.20. (devam) Dinlenme durumunda tedavi sonu (T1) gece grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans Görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) göre incelenmesi (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Lateral occipital cortex	10	38	-74	16	3.43	0.001
Lateral occipital cortex	9	-42	-66	20	2.94	0.003
Frontal pole	8	34	42	36	3.13	0.002
Occipital pole	7	2	-98	24	2.87	0.004
Precentral gyrus	6	6	-22	52	2.59	0.010
Supramarginal gyrus	6	-58	-50	32	2.78	0.005
Postcentral gyrus	6	58	-14	48	3.57	< 0.001
Lingual gyrus	114	-26	-50	4	4.20	< 0.001
Planum temporale	14	-54	-34	12	3.41	0.001
Planum temporale	13	42	-30	16	2.79	0.005
Occipital pole	13	2	-98	12	3.08	0.002
Occipital pole	13	-14	-90	0	3.63	< 0.001
Lateral occipital cortex	11	-54	-70	32	4.10	< 0.001
Lateral occipital cortex	11	-38	-78	32	3.26	0.001
Paracingulate	11	-10	42	0	4.12	< 0.001
Frontal operculum cortex	11	50	14	-4	2.91	0.004
Paracingulate	8	6	42	28	3.73	< 0.001
Precentral gyrus	7	-54	-2	16	2.57	0.010
Temporal occipital fusiform	6	38	-62	-20	3.13	0.002
Frontal pole	5	54	42	4	3.15	0.002
Lateral occipital cortex	5	46	-82	-8	2.80	0.005
Lateral occipital cortex	67	-38	-74	4	4.22	< 0.001
Lingual gyrus	45	-2	-70	-4	4.92	< 0.001
Superior frontal gyrus	36	2	22	52	4.15	< 0.001
Precentral gyrus	16	-42	-14	40	3.99	< 0.001
Cingulate gyrus	16	2	-22	28	3.99	< 0.001
Middle temporal gyrus	15	58	-58	8	3.09	0.002
Occipital fusiform gyrus	14	-6	-90	-28	3.36	0.001
Cingulate gyrus	13	-14	30	16	3.28	0.001
Cingulate gyrus	13	18	42	16	2.90	0.004
Frontal orbital cortex	9	30	26	-4	3.48	0.001
Middle frontal gyrus	8	-38	30	20	3.77	< 0.001
Precentral gyrus	8	-2	-18	64	3.13	0.002
Occipital pole	5	-22	-90	28	3.32	0.001
Frontal pole	5	-2	62	28	3.39	0.001
Frontal pole	26	42	42	12	3.53	< 0.001
Lingual gyrus	25	2	-62	8	3.26	0.001
Lingual gyrus	24	-26	-50	4	3.46	0.001
Juxtapositional lobule cortex	10	2	2	64	3.45	0.001
Inferior frontal gyrus	8	-34	22	16	3.52	< 0.001
Right putamen	7	26	6	12	2.67	0.008
Occipital fusiform gyrus	5	18	-90	-24	2.68	0.007
Intracalcerine cortex	86	-18	-82	8	4.04	< 0.001
Supramarginal gyrus	26	66	-38	44	4.38	< 0.001
Inferior frontal gyrus	22	42	22	20	3.47	0.001
Lateral occipital cortex	8	38	-78	4	3.36	0.001
Precentral gyrus	7	-38	-14	52	3.28	0.001
Inferior frontal gyrus	7	58	22	-4	2.96	0.003
Planum temporale	6	50	-26	12	2.65	0.008
Paracingulate gyrus	5	-10	38	24	2.77	0.005
Frontal orbital cortex	4	42	30	0	3.03	0.002

3.5.2. Task State (Komuta bağı) fMRI Analizleri

Tedavi sonu tüm gün grubu ile kontrol grubu tedavi başı arasında çiğneme hareketi esnasında beyinde görülen anlamlı değişiklikler Çizelge 3.21.'de, tedavi sonu gece grubu ile tedavi başı kontrol grubu arasında ısırma hareketi sırasında görülen anlamlı değişiklikler ise Çizelge 3.22.'de görülmektedir.

Çizelge 3.21. Çiğneme Komutu Sırasında Tedavi Sonu (T1) Tüm Gün Grubu ile – Tedavi Başlangıcı (T0) Kontrol Grubunun Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) Ölçümleri Yapılan Parametrelerin BOLD verilerine (Blood Oxygen Level Dependant) Göre Anlamlılık Gösterenleri (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Region	Cluster Size	x	y	z	z-score	p-value
GM Hippocampus cornu ammonis, R	575	22	-12	-22	3.57	< 0.001
Inferior Frontal Gyrus, pars triangularis, R	396	28	26	18	3.24	0.001
Left temporal occipital fusiform cortex	341	-20	-52	-18	3.22	0.001
Left paracingulate gyrus	269	-14	20	34	3.33	0.001
Right inferior temporal gyrus	108	46	-20	-22	3.30	0.001
Right lingual gyrus	50	32	-38	-6	2.93	0.003
Right middle temporal gyrus	47	46	-24	-6	3.09	0.002

Çizelge 3.22. Isırma komutu sırasında tedavi sonu (T1) Gece grubu ile – tedavi başlangıcı (T0) kontrol grubunun fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ölçümleri yapılan parametrelerin BOLD verilerine (blood oxygen level dependant) göre anlamlılık gösterenleri (Student-t Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

Region	Cluster Size	x	y	z	z-score	p-value
Right central opercular cortex	168	42	6	16	3.05	0.002
Left central opercular cortex	73	-44	2	6	3.21	0.001
Right supramarginal gyrus	66	44	-30	34	3.23	0.001
Right supramarginal gyrus	40	62	-22	38	2.78	0.005

3.5.3. fMRI Görüntülerindeki Morfometrik Analizler

Çizelge 3.23. Tüm gün ve gece gruplarının tedavi sonu; kontrol grubunun ise tedavi başındaki beyin üzerindeki kurvatür, alan, hacim ve kalınlık gibi morfolojik özelliklerinin incelenmesi ve anlamlılık gösteren bölgeler (Varyans Analizi Testi) *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$.

METHOD & ALAN	BÖLGE	Gece t-değeri	Kontrol p-Değeri	Gece t-Değeri	TümGün p-Değeri	Tüm Gün t-Değeri	Kontrol p-Değeri
Freesurfer	rh-Postcentral alan	-3.35	0.004	/	/	-2.46	0.026
Freesurfer	rh-Precentral alan	-3.28	0.005	/	/	-3.26	0.005
SPSS	rh-Middle temporal alan	-2.62	0.019	/	/	-2.35	0.032
SPSS	rh-G postcentral alan	-2.34	0.033	/	/	-2.36	0.031
SPSS	rh-G temporal middle alan	-2.16	0.046	/	/	-2.31	0.035
METHOD & KURVATÜ R	BÖLGE	Gece t-Değeri	Kontrol p-Değeri	Gece t-Değeri	TümGün p-Değeri	Tüm Gün t-Değeri	Kontrol p-Değeri
Freesurfer	lh-Lateral occipital Kurvatür	-3.27	0.005	/	/	-2.51	0.023
Freesurfer	lh-Superior frontal Kurvatür	-3.04	0.008	2.31	0.032	2.41	0.028
Freesurfer	lh-Lateral occipital Kurvatür	2.92	0.010	/	/	3.15	0.006
Freesurfer	lh-Lateral orbito frontal Kurvatür	2.87	0.011	2.43	0.03	-2.44	0.027
Freesurfer	lh-Caudal middle frontal Kurvatür	2.85	0.012	2.58	0.022	2.71	0.015
Freesurfer	lh-PrecuneusKurvatür	2.74	0.016	/	/	2.55	0.021
Freesurfer	lh-Inferior temporal Kurvatür	-2.55	0.020	2.45	0.028	2.58	0.02
Freesurfer	lh-Superior frontal Kurvatür	-2.53	0.022	-2.93	0.011	4.4	<0
Freesurfer	lh-Rostral middle frontal Kurvatür	-2.51	0.023	/	/	-2.27	0.037
Freesurfer	lh-Superior frontal Kurvatür	2.39	0.030	-3.36	0.005	2.41	0.028
Freesurfer	lh-Lingual Kurvatür	-2.35	0.032	/	/	2.54	0.022
Freesurfer	lh-Medial orbito frontal Kurvatür	2.33	0.033	/	/	2.59	0.019
Freesurfer	lh-SupramarginalKurvatür	2.22	0.041	/	/	-2.39	0.03
Freesurfer	lh-Inferior parietal Kurvatür	-2.19	0.043	-3	0.01	2.2	0.043
Freesurfer	rh-Rostral middle frontal Kurvatür	3.05	0.008	/	/	-2.32	0.034
Freesurfer	rh-Lateral occipital Kurvatür	-2.64	0.018	2.92	0.011	2.3	0.035
Freesurfer	rh-Lateral orbito frontal Kurvatür	-2.63	0.018	/	/	2.21	0.042
Freesurfer	rh-IsthmuscingulateKurvatür	-2.59	0.019	/	/	2.35	0.032
Freesurfer	rh-Inferior parietal Kurvatür	2.44	0.027	/	/	2.15	0.047
Freesurfer	rh-PrecentralKurvatür	2.31	0.035	-2.52	0.025	3.13	0.006
Freesurfer	rh-Inferior parietal Kurvatür	-2.22	0.041	-2.24	0.041	-2.65	0.017
METHOD & KALINLIK	BÖLGE	Gece t-Değeri	Kontrol p-Değeri	Gece t-Değeri	Tüm Gün p-Değeri	Tüm Gün t-Değeri	Kontrol p-Değeri
Freesurfer	lh-Superior frontal kalınlık	5.48	<0	/	/	4.35	<0
Freesurfer	lh-Lateral occipital kalınlık	2.71	0.015	2.63	0.02	3.48	0.003
Freesurfer	lh-Entorhinal kalınlık	2.34	0.033	/	/	2.3	0.035
Freesurfer	lh-Pericalcerine kalınlık	-2.21	0.042	2.98	0.01	2.29	0.036
Freesurfer	rh-Postcentral kalınlık	2.74	0.015	/	/	3.33	0.004
Freesurfer	rh-Precentral kalınlık	2.3	0.035	/	/	3.12	0.007
SPSS	lh-G occipital sup kalınlık	2.32	0.034	/	/	2.2	0.043
SPSS	lh-pole temporal kalınlık	2.54	0.022	/	/	2.26	0.038

Çizelge 3.23. (devam)Tüm gün ve gece gruplarının tedavi sonu; kontrol grubunun ise tedavi başındaki beyin üzerindeki kurvatür, alan, hacim ve kalınlık gibi morfolojik özelliklerinin incelenmesi ve anlamlılık gösteren bölgeler (Varyans Analizi Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

METHOD & HACİM	BÖLGE	Gece t-Değeri	Kontrol p-Değeri	Gece t-Değeri	Tüm Gün p-Değeri	Tüm Gün t-Değeri	Kontrol p-Değeri
Freesurfer	lh-Precentral hacim	2.46	0.026	-3.21	0.006	-2.47	0.025
Freesurfer	lh-Supramarginal hacim	-2.44	0.027	/	/	-2.24	0.04
Freesurfer	lh-Supramarginal hacim	-2.36	0.031	/	/	-2.13	0.049
Freesurfer	lh-Superior frontal hacim	-2.16	0.046	-3.06	0.008	-2.19	0.044
Freesurfer	rh-Precentral hacim	-2.50	0.024	/	/	-2.75	0.014
Freesurfer	rh-Lateral occipital hacim	-2.30	0.035	/	/	-2.61	0.019
Freesurfer	rh-Caudal middle frontal hacim	-2.29	0.036	/	/	-2.25	0.039
SPSS	lh G parietal supramarg hacim	-2.33	0.033	/	/	-2.4	0.029
SPSS	rh-G parietal sup hacim	3.03	0.008	/	/	-2.39	0.03

3.6. Tedavi Gruplarında Tedavi İle Meydana Gelen Değişikliklerin Grup İçi Değerlendirilmesi

3.6.1. Sefalometrik Ölçümler

Tüm gün grubunda tedavi sonu-tedavi başında meydana gelen farklar Çizelge 3.24'te verilmiştir.

Çizelge 3.24. Tüm gün grubunda sefalometrik ölçümlerin tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Farklar (T0-T1)	Fark Ortalamaları	Standart Sapma	Farkların Ortalamasının Std. Hatası	t	Df	P Değeri	Test
Kronolojik Yaş	1.23	.06	.022	56.706	7	.000	***
İskelet Yaşı	1.63	.58	.206	7.891	7	.000	***
SNA	-0.53	0.91	0.34	-1.539	7	.168	
SNB	-1.70	0.76	0.29	-5.940	7	.001	***
ANB	1.17	1.23	0.47	2.512	7	.040	*
Overjet	3.07	1.29	0.49	6.278	7	.001	***
Overbite	1.09	1.02	0.38	2.824	7	.026	*
Co-A	-6.37	2.59	0.98	-6.513	7	.001	***
Co-Gn	-9.44	4.21	1.59	-5.937	7	.001	***
Co-Go	-5.63	5.24	1.98	-2.840	7	.033	*
Go-Gn	-3.86	4.46	1.68	-2.291	7	.056	
GoGn/SN	-0.67	2.32	0.88	-.765	7	.469	
1/NA (°)	2.66	2.73	1.03	2.572	7	.037	*
1/NA (mm)	1.21	0.82	0.31	3.931	7	.006	**
1/NB (°)	-3.40	2.70	1.02	-3.338	7	.013	*
1/NB (mm)	-0.67	0.82	0.31	-2.156	7	.068	
ANS-Me	0.14	2.73	1.03	.139	7	.893	
N-ANS	-0.63	0.90	0.34	-1.857	7	.106	

3.6.1.1. Tüm Gün Grubunda Tedavi İle Meydana Gelen Sefalometrik Değişiklikler

3.6.1.1.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı

Kronolojik yaşta tedavi süresince 1,23 yıl, iskelet yaşında ise 1,63 yıl değişim izlenmiş, bu farklar $p<0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

3.6.1.1.2. İskeletsel Açısal Ölçümler

- **SNB (°):** SNB açısında meydana gelen $1,70^\circ$ 'lik artış istatistiksel olarak $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **ANB (°):** ANB açısında tedavi sonunda tedavi başına göre $-1,17^\circ$ azalma görülmüş ve bu fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.
- Diğer iskeletsel açısal ölçümlerde ise anlamlı fark bulunmamıştır.

3.6.1.1.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler

- **Co-A (mm):** Efektif maksiller uzunlukta tedavi sonunda tedavi başına kıyasla 6,37 mm artış görülmüş ve $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık saptanmıştır.
- **Co-Gn (mm):** Efektif mandibular uzunlukta meydana gelen 9,44 mm'lik artış istatistiksel olarak $p<0.001$ düzeyinde anlamlıdır.
- **Co-Go (mm):** Ramus uzunluğunda tedaviyle izlenen 5,63 mm'lik artış istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlıdır.
- Diğer iskeletsel boyutsal ölçümlerde ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

3.6.1.1.4. Dentoalveolar Ölçümler

- **U1/NA (°):** Üst keserde tedavi sonrası $-2,66^\circ$ retroklinasyon izlenmiş ve bu değişim $p<0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

- **U1/NA (mm):** Üst keserde görülen 1,21 mm'lik retrüzyon $p<0.01$ düzeyinde anlamlıdır.
- **L1/NB (°):** Alt keserlerde 3.40° proklinasyon görülmektedir ve bu fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlıdır.
- **Overjet (mm):** Tedavi sonunda overjetle görülen -3,07 mm'lik azalma istatistiksel olarak $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık göstermektedir.
- **Overbite (mm):** Tedavi sonunda overbite'ta görülen -1,09 mm'lik azalma istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermektedir.
- Diğer dentoalveolar ölçümlerde tedavi sonundaki fark anlamlı değildir.

3.6.1.2. Gece Grubunda Tedavi İle Meydana Gelen Sefalometrik Değişiklikler

Gece grubunda tedavi sonu-tedavi başında meydana gelen farklar Çizelge 3.25'te verilmiştir.

Çizelge 3.25. Gece grubunda sefalometrik ölçümlerin tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Farklar (T0-T1)	Fark Ortalamaları	Standart Sapma	Farkların Ortalamasının Std. Hatası	t	df	P Değeri	Test
Kronolojik Yaş	1.24	.09	.033	36.920	7	.000	***
İskelet Yaşı	1.56	.32	.113	13.792	7	.000	***
SNA	-0.34	1.44	0.51	-.662	7	.529	
SNB	-1.67	2.17	0.77	-2.184	7	.065	
ANB	1.35	1.54	0.54	2.487	7	.042	*
Overjet	2.23	1.92	0.68	3.281	7	.013	*
Overbite	0.41	0.90	0.32	1.290	7	.238	
Co-A	-5.14	3.42	1.21	-4.254	7	.004	**
Co-Gn	-7.71	4.19	1.48	-5.211	7	.001	***
Co-Go	-5.54	2.02	0.72	-7.738	7	.000	***
Go-Gn	-1.00	4.24	1.50	-.667	7	.526	
GoGn/SN	-0.36	2.29	0.81	-.447	7	.668	
I/NA (°)	1.20	4.58	1.62	.741	7	.483	
I/NA (mm)	0.49	0.91	0.32	1.522	7	.172	
I/NB (°)	-1.38	3.57	1.26	-1.088	7	.313	
I/NB (mm)	-0.31	1.28	0.45	-.691	7	.512	
ANS-Me	0.65	2.83	1.00	.649	7	.537	
N-ANS	-1.33	1.62	0.57	-2.314	7	.054	

3.6.1.2.1. Kronolojik Yaş ve İskelet Yaşı

Kronolojik yaşta tedavi süresince 1,24 yıl, iskelet yaşında ise 1,56 yıl değişim izlenmiş, bu farklar $p<0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

3.6.1.2.2. İskeletsel Açısal Ölçümler

- **ANB (°):** ANB açısında tedavi sonunda tedavi başına göre $-1,35^\circ$ azalma görülmüş ve bu fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.
- Diğer iskeletsel açısal ölçümlerde tedavi sonunda görülen fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3.6.1.2.3. İskeletsel Boyutsal Ölçümler

- **Co-A (mm):** Efektif maksiller uzunlukta tedavi sonunda tedavi başına kıyasla 5,14 mm artış görülmüş ve $p<0.01$ düzeyinde anlamlılık saptanmıştır.
- **Co-Gn (mm):** Efektif mandibular uzunlukta meydana gelen 7,71 mm'lik artış istatistiksel olarak $p<0.001$ düzeyinde anlamlıdır.
- **Co-Go (mm):** Ramus uzunluğunda tedaviyle izlenen 5,54 mm'lik artış istatistiksel olarak $p<0.001$ düzeyinde anlamlıdır.
- Diğer iskeletsel boyutsal ölçümlerde tedavi sonunda görülen fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3.6.1.2.4. Dentoalveolar Ölçümler

- **Overjet (mm):** Tedavi sonunda overjetle görülen $-2,23$ mm'lik azalma istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermektedir.
- Diğer dentoalveolar ölçümlerde tedavi sonunda görülen fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

3.6.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri

3.6.2.1. Tüm Gün Grubunda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri

Tüm gün grubunda tedavi sonu-tedavi başında (T0-T1) meydana gelen farkların grup içi analizleri Çizelge 3.26 ve 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.26. Tüm gün grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin sinyal intensite oranları bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Value	Fark Ortalaması	Test
Lateral Pterygoid Alt Sağ	8.176	7	.000	0.93934	***
Lateral Pterygoid Alt Sol	5.389	7	.001	0.86317	***
Lateral Pterygoid Üst Sağ	5.815	7	.001	0.93058	***
Lateral Pterygoid Üst Sol	4.929	7	.002	0.98042	**
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	13.354	7	.000	0.87325	***
Musculus Pterygoideus Medial Sol	6.969	7	.000	0.84634	***
Musculus Massetericus Sağ	8.337	7	.000	1.04758	***
Musculus Massetericus Sol	5.570	7	.001	0.93383	***
M.Temporalis Sağ	5.602	7	.001	0.99225	***
M.Temporalis Sol	6.368	7	.000	0.97525	***
Discus Articularis Anterior Sağ	7.494	7	.000	1.10892	***
Discus Articularis Anterior Sol	4.683	7	.002	1.02258	**
Discus Articularis Posterior Sağ	7.767	7	.000	1.16967	***
Discus Articularis Posterior Sol	6.387	7	.000	1.35375	***
Kondiler Proses Anterior Sağ	3.276	7	.014	0.54367	*
Kondiler Proses Anterior Sol	2.900	7	.023	0.44483	*
Kondiler Proses Posterior Sağ	2.713	7	.030	0.49384	*
Kondiler Proses Posterior Sol	3.440	7	.011	0.48875	*
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	3.308	7	.013	0.60258	*
Medial Prosesus Kondilaris Sol	1.324	7	.227	0.22083	
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	3.664	7	.008	0.43267	**
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	1.397	7	.205	0.23000	
Retrodiskal Doku Sağ	3.677	7	.008	0.82975	**
Retrodiskal Doku Sol	5.461	7	.001	1.01592	***
Grey Matter	6.689	7	.000	1.11992	***
White Matter	7.201	7	.000	1.51233	***

Çizelge 3.27. Tüm gün grubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin boyut ve hacim değerleri bakımından tedavi sonu – Tedavi Başlangıcı (T0-T1) Farkları Ve Bu Farkların Grup İçi Karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi)
*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Value	Fark Ortalaması	Test
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	5.271	7	.001	1.017	***
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	3.626	7	.008	1.073	**
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	2.016	7	.084	1.499	
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	-1.615	7	.150	-1.215	
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	1.671	7	.139	1.023	
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	1.342	7	.222	2.285	
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-.402	7	.700	-0.190	
Sağ M. Masseter Uzunluk (mm)	.484	7	.643	0.885	
Sağ M. Masseter Genişlik (mm)	1.250	7	.252	1.110	
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	5.288	7	.001	1.147	***
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	2.307	7	.054	0.644	
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	4.787	7	.002	1.705	**
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	.029	7	.978	0.035	
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	-.092	7	.929	-0.078	
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	1.099	7	.308	1.560	
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	.892	7	.402	0.648	
Sol M. Masseter Uzunluk (mm)	.470	7	.653	0.973	
Sol M. Masseter Genişlik (mm)	-.025	7	.981	-0.015	

3.6.2.1.1. Tüm Gün Grubunda MRG Ölçümlerinde Tedavi İle Meydana Gelen Değişiklikler

Sinyal İntensite Oranları

- **M.Lateral Pterygoid Alt Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.93934'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral Pterygoid Alt Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.86317'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral Pterygoid Üst Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.93058'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral Pterygoid Üst Sol(SIR)** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.98042'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Pterygoideus Medialis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.87325'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

- **M.Pterygoideus Medialis Sol (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.84634'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.massetericus Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.04758'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.massetericus Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.93383'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.temporalis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.99225'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.temporalis Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.97525'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Anterior discus articularis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.10892'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Anterior discus articularis Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.02258'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Posterior discus articularis sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.16967'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Posterior discus articularis sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.35375'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Anterior Sağ (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.54367'lik artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Anterior Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.44483'lük artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Posterior Sağ (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.49384'lük artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Posterior Sol (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.48875'lik artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Medial Prosesus Kondilaris Sağ (SIR):**Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.60258'lik artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Koronal Prosesus Kondilaris Sağ (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.43267'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Retrodiskal doku sağ(SIR):**Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.82975'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Retrodiskal doku sol(SIR):**Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.01592'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

- **Grey Matter:** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.11992'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **White Matter:** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 1.51233'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kas Boyut Ölçümleri

M.pterygoideus lateralis'in uzunluğu sağ tarafta tedavi sonrası -1,215 mm azalma gösterirken, kasın genişliğinde 1,023 mm artış izlenmiştir. Aynı kasın sol taraf için yapılan ölçümlerinde de kasın uzunluğunda 0,035 mm ve genişliğinde -0,078 mm azalma olduğu belirlenmiştir. Bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. M.pterygoideus medialis ve m. massetericus kas uzunluklarında ise tedavi ile artış meydana gelmişse de bu değişim istatistiksel olarak önemli olarak değerlendirilmemiştir.

Kas Hacim Ölçümleri

- **M.pterygoideus lateralis hacmi (sağ):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 1.017cm^3 artış $p<0,001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **M.pterygoideus medialis hacmi (sağ):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 1.073cm^3 artış $p<0,01$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir. Aynı kasın sol taraf ölçümlerinde 0.644cm^3 artış izlense de bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.
- **M.pterygoideus lateralis hacmi (sol):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 1.147cm^3 artış $p<0,001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **M. massetericus hacim (sol):** M. massetericus'un sol tarafında yapılan hacim ölçümlerinde tedavi başına kıyasla tedavi sonunda 1.705cm^3 artış gözlenmiş ve bu değişim $p<0,001$ düzeyinde anlamlı olarak değerlendirilmiştir. Sağ tarafta yapılan ölçümlerde 1.499cm^3 artış belirlenmiş ancak bu değişim anlamlı bulunmamıştır.

3.6.2.2. Gece Grubunda Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Ölçümleri

Gece grubunda tedavi sonu-tedavi başında (T0-T1) meydana gelen farkların grup içi analizleri Çizelge 3.28. ve 3.29.'da verilmiştir.

Çizelge 3.28. Gecegrubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin sinyal intensite oranları bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Value	Fark Ortalaması	Test
Lateral Pterygoid Alt Sağ	4.947	7	.002	0.67867	**
Lateral Pterygoid Alt Sol	5.744	7	.001	0.80833	***
Lateral Pterygoid Üst Sağ	4.144	7	.004	0.64050	**
Lateral Pterygoid Üst Sol	5.143	7	.001	0.66592	***
Musculus Pterygoideus Medial Sağ	4.642	7	.002	0.72758	**
Musculus Pterygoideus Medial Sol	4.735	7	.002	0.74725	**
Musculus Masattericus Sağ	6.522	7	.000	0.89350	***
Musculus Masattericus Sol	5.478	7	.001	0.82792	***
M.Temporalis Sağ	4.642	7	.002	0.71409	**
M.Temporalis Sol	5.019	7	.002	0.67867	**
Discus Articularis Anterior Sağ	3.726	7	.007	0.79258	**
Discus Articularis Anterior Sol	3.853	7	.006	0.91642	**
Discus Articularis Posterior Sağ	4.672	7	.002	0.84500	**
Discus Articularis Posterior Sol	7.510	7	.000	0.83008	***
Kondiler Proses Anterior Sağ	3.617	7	.009	0.39483	**
Kondiler Proses Anterior Sol	1.585	7	.157	0.29608	
Kondiler Proses Posterior Sağ	6.168	7	.000	0.38108	***
Kondiler Proses Posterior Sol	2.453	7	.044	0.31892	*
Medial Prosesus Kondilaris Sağ	1.575	7	.159	0.24383	
Medial Prosesus Kondilaris Sol	1.411	7	.201	0.25334	
Koronal Prosesus Kondilaris Sağ	2.079	7	.076	0.36142	
Koronal Prosesus Kondilaris Sol	1.541	7	.167	0.30217	
Retrodiskal Doku Sağ	4.456	7	.003	0.70900	**
Retrodiskal Doku Sol	5.976	7	.001	0.70583	***
Grey Matter	3.119	7	.017	0.52883	*
White Matter	4.073	7	.005	0.85442	**

Çizelge 3.29. Gecegrubunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçümlerin boyut ve hacim değerleri bakımından tedavi sonu – tedavi başlangıcı (T0-T1) farkları ve bu farkların grup içi karşılaştırılması (Eş Yapma-t Testi) *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$.

Parametreler	t	df	P Value	Fark Ortalaması	
Sağ M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	3.317	7	.013	0.924	*
Sağ M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	6.305	7	.000	1.227	***
Sağ M. Masatter Hacim (cm^3)	3.058	7	.018	1.763	*
Sağ M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	.065	7	.950	0.053	
Sağ M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	.177	7	.864	0.128	
Sağ M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	1.960	7	.091	1.678	
Sağ M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-.925	7	.386	-0.335	
Sağ M. Massester Uzunluk (mm)	2.776	7	.027	2.140	*
Sağ M. Massester Genişlik (mm)	.441	7	.673	0.390	
Sol M.Lat.Pterygoid Hacim (cm^3)	4.117	7	.004	0.786	**
Sol M.Pterygoid Medialis Hacim (cm^3)	2.361	7	.050	1.175	*
Sol M. Masatter Hacim (cm^3)	3.669	7	.008	1.604	***
Sol M.L. Pterygoid Uzunluğu (mm)	.282	7	.786	0.290	
Sol M.L. Pterygoid Genişliği (mm)	.990	7	.355	0.765	
Sol M.Med.Pterygoid Uzunluk (mm)	4.594	7	.003	4.153	**
Sol M.Med.Pterygoid Genişlik (mm)	-.846	7	.426	-0.310	
Sol M. Massester Uzunluk (mm)	4.584	7	.003	5.328	**
Sol M. Massester Genişlik (mm)	1.385	7	.208	1.190	

3.6.2.2.1. Gece Grubunda MRG Ölçümlerinde Tedavi İle Meydana Gelen Değişiklikler

Sinyal İntensite Oranları (SIR)

- **M.Lateral PterygoidAlt Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen0.67867'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral PterygoidAlt Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen0.80833'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral PterygoidÜst Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.64050'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Lateral PterygoidÜst Sol(SIR)** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.66592'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Pterygoideus Medialis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.72758'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.Pterygoideus Medialis Sol (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.74725'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

- **M.massetericus Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.89350'lık artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.massetericus Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.82792'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.temporalis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.71409'luk artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **M.temporalis Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.67867'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Anterior discus articularis Sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.79258'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Anterior discus articularis Sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.91642'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Posterior discus articularis sağ(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.84500'lük artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Posterior discus articularis sol(SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.83008'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Anterior Sağ (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.39483'lük artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Posterior Sağ (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.38108'lik artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Kondiler Proses Posterior Sol (SIR):** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.31892'lik artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Retrodiskal doku sağ(SIR):**Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.70900'lük artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Retrodiskal doku sol(SIR):**Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.70583'lük artış istatistiksel olarak $p<0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **Grey Matter:** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.52883'lük artış istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.
- **White Matter:** Sinyal intensite oranında tedavi sonunda görülen 0.85442'lik artış istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

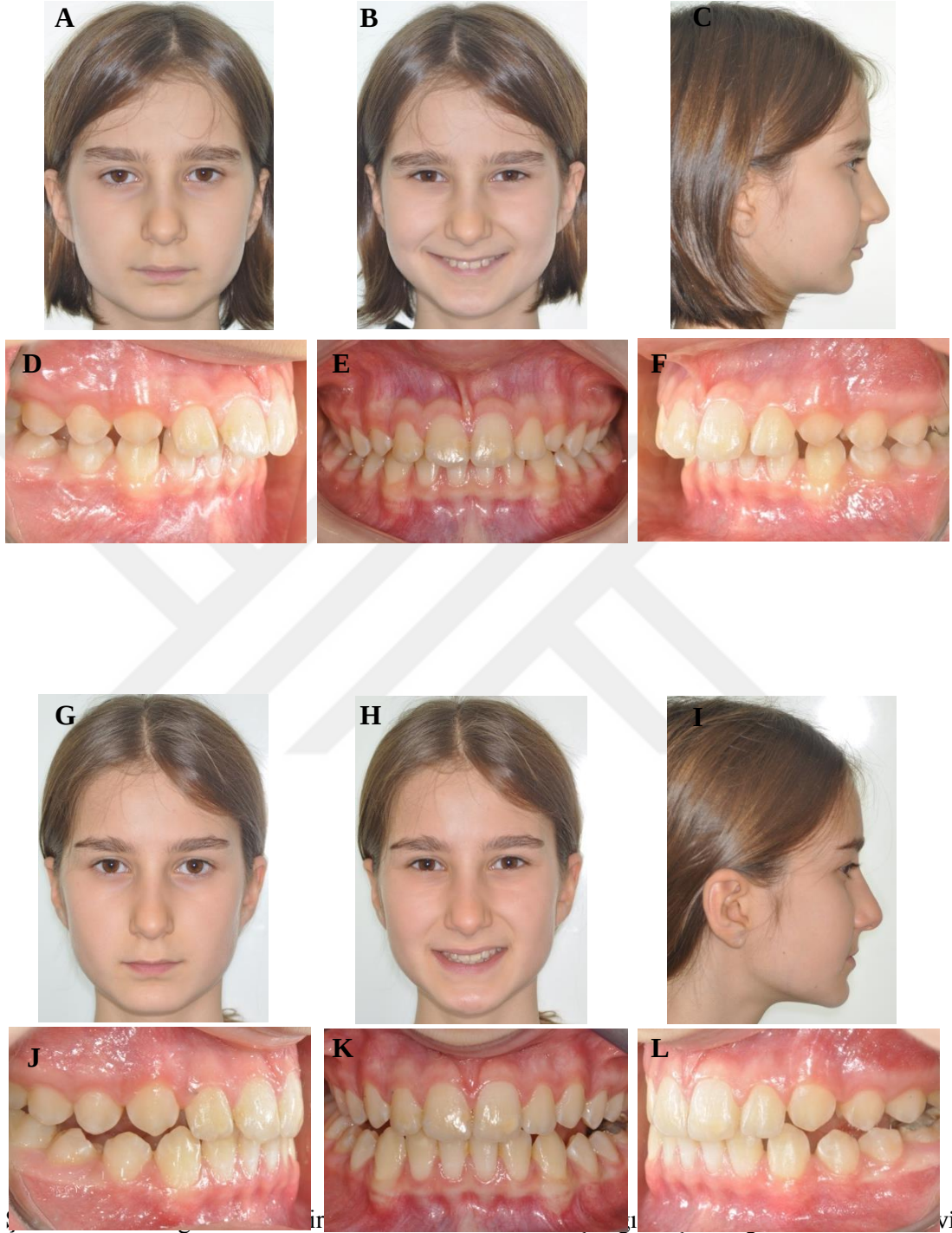
Kas Boyut Ölçümleri

- **M.massetericus uzunluğu (sağ):** Sağ taraf kas uzunluğunda 2.140 mm artış olmuş ve bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı olarak değerlendirilmiştir
- **M.massetericus uzunluğu (sol):** Sol taraf kas uzunluğunda 5.328 mm artış olmuş ve bu fark $p<0,01$ düzeyinde anlamlı olarak değerlendirilmiştir.
- **M.pterygoideus medialis uzunluğu (sol):**Sol taraf kas uzunluğunda 4.153mm artış olmuş ve bu fark $p<0,01$ düzeyinde anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

M.pterygoideus lateralis kasında gece grubunda ortaya çıkan değişim sağ tarafta 0.053mm artış, sol tarafta ise 0,290 mm'lik artış olarak gözlenmiştir. Bu değişiklikler tedavi başına göre istatistiksel olarak anlamsızdır.

Kas Hacim Ölçümleri

- **M.pterygoideus lateralis hacmi (sağ):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 0.924 cm^3 artış $p<0,05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **M.pterygoideus medialis hacmi (sağ):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 1.227 cm^3 artış $p<0,001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **M. massetericus hacim (sağ):** M. massetericus'un sağ tarafında yapılan hacim ölçümlerinde tedavi başına kıyasla tedavi sonunda 1.763 cm^3 artış gözlenmiş ve bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı olarak değerlendirilmiştir.
- **M. massetericus hacim (sol):** M. massetericus'un sol tarafında yapılan hacim ölçümlerinde tedavi başına kıyasla tedavi sonunda 1.604 cm^3 artış gözlenmiş ve $p<0,01$ düzeyinde anlamlılık saptanmıştır.
- **M.pterygoideus lateralis hacmi (sol):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 0.786 cm^3 artış $p<0,01$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.
- **M.pterygoideus medialis hacmi (sol):** Tedavi sonunda kas hacminde meydana gelen 1.175 cm^3 artış $p<0,05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.



başı ağız içi fotoğrafları, G-I: tedavi sonu ağız dışı fotoğrafları, J-L: tedavi sonu ağız içi fotoğrafları



Şekil 3.2. Tüm gün grubundan bir vakanın A-C: tedavi başı ağız dışı fotoğrafları, D-F: tedavi başı ağız içi fotoğrafları, G-I: tedavi sonu ağız dışı fotoğrafları, J-L: tedavi sonu ağız içi fotoğrafları

4.TARTIŞMA

Hareketli fonksiyonel ortopedik tedavi apareyleri, mandibulanın gelişimini stimüle etmek amacıyla uzun yıllardır ortodonti kliniği rutininde tercih edilmektedir (Woodside ve ark., 1987).

Literatürdeki çok sayıda çalışmaya karşın sınıf II maloklüzyonların hareketli fonksiyonel aygıtlarla düzeltimi mekanizması konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Çeşitli metotlar kullanılarak yapılan çalışmalarda fonksiyonel ortopedik tedavi sonuçları genellikle sefalometrik radyograflar kullanılarak belirlenmiştir. Tedavi sonuçlarına göre özellikle mandibulanın büyüme modeli ve miktarında değişim olduğu bildirilmiştir (Elgoyhen ve ark., 1972). Güney ve Altuğ (2009), Altuğ tarafından tasarlanan, ve çift plaktan oluşan Smart apareyi ile yaptığı tez çalışmasında mandibulanın sagittal yön gelişiminin stimüle edildiğini rapor etmiştir. Björk (1951) ise fonksiyonel ortopedik tedavi ile elde edilen düzelmenin mevcut büyüme modelinin ötesine geçemeyeceğini savunmuştur. Özdiler ve Akçam (2000), aktivatör kullanımı sonucu mandibular büyüme hızının arttığını; ancak total hacminde değişiklik olmadığını rapor etmiştir. Bazı araştırmacılar ise, fonksiyonel ortopedik tedavi sonucu elde edilen etkinin daha çok dentoalveolar yapıların üzerinde olduğu ve vertikal boyutun düzenlenmesinin sınıf II maloklüzyonun düzeltiminde rol oynadığını öne sürmüşlerdir (Harvold ve Vargervik, 1971; Pancherz, 1984; Lund ve Sandler, 1998; Altenburger ve Ingerval, 1998; Trenouth, 2000). Çeşitli araştırmacılar tarafından öne sürülen bu farklı görüşler; tedavi gören bireylerin büyüme modeli, kullanılan aygıtlar ve kullanım protokolünün farklılığı, ölçüm metotlarının değişiklik göstermesi ile ilişkili olacağı gibi, çalışmaların çoğunun 2 boyutlu sefalometrik radyograflar üzerinde yapılması, kondil bölgesindeki hücresel aktivitenin incelenmemesi ve kasların fonksiyon ve aktivitesindeki değişikliklerinin göz ardı edilmesi de farklı sonuçların ortaya çıkışına sebep olabilmektedir.

Fonksiyonel ortopedik tedavi sonuçları hayvan deneyleriyle de çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Charlier ve ark.(1969) yaptıkları rat

çalışmasıyla “Lateral Pterigoid Kas Hiperaktivite Teorisi”ni gündeme getirmiş, Oudet ve Petrovic (1978) bu bulgudan yola çıkarak mandibulayı öne alan aygıtların ratlarda aynı kas üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Buna göre 4 haftalık gözlem periyodu sonrasında lateral pterigoid kas liflerinde yavaş miyozin hafif zincirinde artış olduğu dolayısıyla tedaviyle kas liflerinin yorgunluğa daha dayanıklı hale geldiğini bildirmiştir. Petrovic ve ark.(1981), genç erkek sprague Dawley ratları üzerinde postural hiperpropulsorlerin etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda mandibular uzunlukta artış olurken histolojik olarak da kondiler aktivitede artış bildirmişlerdir. Yine ratlar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada, cerrahi olarak lateral pterigoid kasın ve retrodiskal dokuların temporomandibuler kısmının çıkarılması sonucunda, kondiler kartilajın büyüme miktarı ve mandibula uzunluğundaki artışın azaldığı rapor edilmiştir. Retrodiskal ataçmanın da kan-lenf dolaşımını sağlayarak metabolizmayı artırıcı etkisinin olmasının mandibular büyüme üzerine etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Stutzmann ve Petrovic, 1990).

Elektromiyografik (EMG) kayıtlar kullanılarak fonksiyonel ortopedik tedavi ve kas aktivitelerindeki değişimlerin incelendiği çalışmalar da literatürde mevcuttur. Ancak yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar değişiklikler göstermiştir. (Ahlgren, 1978; Ingervall ve Thüer, 1991; Aggarwal ve ark., 1999; Hiyama ve ark., 2000; Du ve Hagg, 2003). EMG'nin tekrarlanabilirliğinin incelendiği bir çalışmada, aynı gün içinde farklı zamanlarda çiğneme kaslarının aktivitesi ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları 5%-63% arasında değişen farklılıklar göstermiş olup, EMG tekniğinin çiğneme kaslarının değerlendirilmesi açısından güvenilir olmadığı bildirilmiştir (Cecere ve ark., 1996).

Görüntüleme tekniklerinin gelişmesiyle, bireye iyonize radyasyon verilmeden daha detaylı görüntüleme yapılmasını sağlayan ultrason, MRG gibi yöntemler geliştirilmiştir. Masseter kasının kalınlığında büyümeyle meydana gelen değişimlerin incelendiği bir ultrason çalışmasında, kas kalınlığının yaşla birlikte arttığı ve bu artışın ön yüz yüksekliği ve mandibula uzunluğundaki artışla negatif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Raadsheer ve ark., 1996). Yine masseter kasın kalınlığında twin block kullanılarak yapılan fonksiyonel tedavi sonrasındaki değişimler ultrasonla

incelenmiş ve kontrol grubuna göre kasta incelme görüldüğü rapor edilmiştir (Kiliaridis ve ark., 2010).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), vücuttaki organları ve vücut içindeki yapıları görüntülemek için manyetik alan ve radyo dalga enerjisini kullanan bir tanı yöntemidir. Hastanın iyonize radyasyona maruz kalmaması ve farklı doku yoğunluklarını yüksek hassasiyetle görüntüleyebilmesi gibi avantajları nedeniyle özellikle yumuşak dokuların görüntülenmesinde MRG yaygınlaşmıştır (Orhan ve ark. 2006; Özbek ve ark, 2016). MRG, artrografiyle beraber TME bölgesinin görüntülenmesi açısından altın standart olarak kabul görmektedir (Orhan ve ark., 2005; Orhan ve ark., 2006).

Sınıf II bireylerde fonksiyonel ortopedik tedavi ile kondil anteriora konumlanırken, diskin daha posteriorda konumlandığı MRG ile yapılan çalışmalarla rapor edilmiştir (Wadhawan ve ark., 2008; Chavan ve ark., 2014). Ruf ve Pancherz, (1998), Pancherz ve ark., (1999), Ruf ve ark., (2002) ise fonksiyonel ortopedik tedaviyle disk-kondil ilişkisinde gözlenen değişimin tedavi başına göre anlamlı olmadığını savunmuşlardır.

TME rahatsızlığına sahip 356 bireyde yapılan MRG çalışmasına göre, hastaların ağız açma sırasında hissettikleri ağrının eklemdeki internal dejenerasyondan kaynaklandığı bildirilmiştir (Koh ve ark., 2017).

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), MRG'nin sekanslarından biri olan nörolojik görüntüleme yöntemidir. Bu teknik hastaya gösterilen resim, video, dinletilen müziğin algılanması veya verilen fiziksel bir görevi yapması durumunda hastanın beyinde ilgili bölümlerde gerçekleşen aktivasyonları saptar (Aşkın ve ark., 2011). Beynin ilgili bölümünde aktivite artışı oldukça kanlanmanın da artacağı düşünülmüştür (Logothetis ve ark. 2009). Teknik beyinde aktive olan bölgelerdeki BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) değerlerinin ölçülmesiyle kullanılır.

İyonize radyasyon içermemesi, yüksek doku kontrastı, dokulardaki aktivite değişiminin belirlenebilmesi, yumuşak dokularda boyut ölçümü ve kasların 3 boyutlu rekonstrüksiyonunun oluşturulmasına izin vermesi gibi avantajlarına karşın, MRG'nin ortodontide kullanımı ile ilgili literatür çalışması sınırlıdır. Fonksiyonel ortopedik tedavi ile kasların uzunluk ve hacmindeki değişimlerin 3 boyutlu olarak incelenmesi, kas ve eklem bölgesindeki sinyal intensite oranlarının değerlendirilmesi (SIR) ve fonksiyonel ortopedik tedavi ile muskuler uyumun yanında hastada nörolojik olarak yeni bir kapanış modeli olduğu görüşünü değerlendirebilmek için çalışmamızda MRG tekniği ile inceleme yapmayı tercih ettik.

Fonksiyonel ortopedik aygıtların gün içerisindeki kullanım süresi, tasarımları ve tedaviye başlama zamanı gibi faktörler literatürdeki çalışmalarda rapor edilen bulguların farklılığına sebep olmuştur.

Petrovic ve Stutzmann (1997), aygıtların kullanım süresinin aygıtın tasarımına göre değiştiğini söylemiş, postural hiperpropulsor, twin block, fraenkel gibi aygıtların tüm gün kullanılması gerektiğini savunmuştur. Oudet ve Petrovic (1978) aygıtın kullanımıyla lateral pterygoid kas liflerinde yavaş miyozin hafif zincirinde artış olduğunu, buna bağlı olarak da tedaviyle kas liflerinin yorgunluğa daha dayanıklı hale geldiğini bildirmiştir. Aygıt çıkarıldığında ise, aygıt tarafından oluşturulan sinyal kesintiye uğramakta, lateral pterygoid kas aktivitesi azalmakta ve buna bağlı olarak kondiler kartilajdaki büyüme hızı düşmektedir. Bu yüzden de elde edilen etkinin korunabilmesi için aygıtın tüm gün takılması gerekmektedir. Vertikal yönde kapanışın fazla açıldığı Herren veya Harvold-Woodside tipi aktivatörlerde ise, aparey takıldığı süre boyunca, mandibulanın önde konumlanmasına bağlı olarak lateral pterygoid kasın boy uzunluğundaki artış azalmakta ve oluşan yeni duyusal engram ile mandibula önde konumlanmaktadır. Aygıt çıkarıldığında ise, oluşan yeni engrama bağlı önde konumlanmış mandibulanın fonksiyon görmesiyle retrodiskal dokular kontrol grubuna göre daha fazla stimüle olmaktadır. Retrodiskal dokulardaki bu tekrarlayan aktivite de kondiler kondroblastlarda hipertrofiye neden olmaktadır (Petrovic ve Stutzmann, 1997).

Ahlgren (1978), Miralles ve ark. (1998), Fraenkel ve Fraenkel (2001), Sander (2001), fonksiyonel ortopedik aygıtların gündüz kullanılmasıyla, bilinçli kullanma ve fonksiyonel hareketlerin daha fazla olmasına bağlı olarak nöromuskuler uyumun daha kolay olacağını öne sürmüşlerdir. Gün içinde fonksiyonel aktivitelerin fazla olması çiğneme kaslarının yeni konumlarına adapte olabilmesi daha kolay olacak ve aygıt miyofonksiyonel bir egzersiz aygıtı gibi çalışarak beyinde yeni bir engram oluşturacaktır (Fraenkel ve Fraenkel, 2001). Gece kullanımda ise bilinçsiz olarak ağız açılmakta ve mandibulanın başın aldığı konumla ilişkili olarak retrüziv konumlanması aygıtların etkinliğini azaltabileceği öne sürülmüştür (Sander, 2001a).

Çalışmamızda fonksiyonel ortopedik aygıtların tüm gün kullanımı sonucu meydana gelen iskeletsel, dental, kassal etkilerini ve gece grubuyla karşılaştırmayı hedefledik. Ayrıca beyin üzerindeki etkilerin incelenmesi için de tedavi edilmemiş bir kontrol grubu oluşturduk. Gruplar oluşturulurken iskeletsel bir sınıflandırmadan ziyade, klinik olarak hastaların konveks bir profile sahip olması ve tedavi sonucunda alt çenenin öne alınmasının yumuşak doku profili ve çenenin öne alınması sonucu profile sağlayacağı katkı göz önünde bulundurulmuştur.

Tedavi grupları oluşturulurken, göz önünde bulundurduğumuz bir diğer kriter, hastaların büyüme dönemleri ve dental gelişim seviyeleri olmuştur. Araştırmaya alınan tüm hastalar pubertal atılım döneminde veya hemen öncesinde olan bireylerden seçilmiştir. Hastaların iskeletsel gelişim dönemlerini saptamak için el-bilek filmleri Helm (1976) kriterlerine göre, iskelet yaşları ise Greulich-Pyle (1959) atlası kullanılarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, karma dişlenme döneminde dişlerin sürmesi sebebiyle dentoalveolar gelişimin fazla olmasına bağlı olarak tedaviyle gözlenebilecek dental etkinin daha fazla olabileceği görüşünden yola çıkarak iskeletsel etkileri daha fazla elde edebilmek amacıyla hastalarımızın geç karma ya da daimi dentisyonda bulunmalarına özen gösterilmiştir. (Jacobsson, 1967; King ve ark., 1989).

Araştırmamızda, her iki gruptaki 8 hastanın 4'ünde monoblok, 4'ünde twin block apareyi kullanılmıştır. Hastalarda kullanılacak aygıtın tasarımına hastanın ekspansiyon ihtiyacı olup olmamasına göre karar verilmiş ancak tedaviye etkisinin olmaması için vida sagittal aktivasyonun devam ettiği süre içerisinde çevrilmemiştir. Twin block aygıtını tasarlayan Clark (1982), aygıtın en önemli avantajlarını lateral hareketlerde serbestlik sağlaması ve maksiller plakta bulunan ekspansiyon vidasının çevrilmesiyle maksillanın genişletilmesine olanak sağlaması olarak belirtmiştir.

Monoblok ve twin block apareylerinin iskeletsel ve dental etkinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, her 2 tedavi grubunda da mandibulanın büyümesi benzer miktarda aktive edilmekle beraber, monoblok kullanan bireylerde üst keserlerde retrüzyon, twin block grubunda ise alt keserlerde daha fazla proklinasyon izlenmiştir (Tümer ve Gültan,1999). Tedavi gruplarında aygıt farklılığına bağlı sonuç değişikliği olmaması için her iki grupta da twin block kullanan hastaların sayısı ve cinsiyetinin homojen olmasına dikkat edilmiştir.

Björk (1972), hücrel cevabın ve dokuların adaptif kapasitenin en hızlı olduğu dönemde tedaviye başlanmasının alınan cevabın daha hızlı ve etkili olmasını sağlayacağını belirtirken, Khoja ve ark. (2016), farklı servikal vertebra maturasyon evrelerine göre sınıflandırdıkları, 53 sınıf II hastada twin block apareyi ile ortaya çıkan farklılıkları inceledikleri çalışmada, CS3 evresinde yani pubertal büyümenin en hızlı olduğu dönemde iskeletsel cevabın en fazla, dişsel etkinin ise en az olduğunu belirtmiştir. Baccetti ve ark. (2000) da bu çalışmaları destekleyecek şekilde pubertal atılım evresinde kondiler büyümenin en fazla olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda tüm gün (n: 8), gece (n: 8) ve kontrol (n:10) gruplarına dahil edilen bireylerin kronolojik ve iskeletsel yaş ortalamaları Çizelge 3.2'e verilmiştir. Tüm gün grubuna dahil edilen bireylerin kronolojik yaş ortalaması 11,48, iskelet yaşı ortalaması 11,38; gece grubunda bu yaşlar sırasıyla 11,28 ve 11,56 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise kronolojik yaş ortalaması 11,96 ve iskelet yaş ortalaması 12,39'dur. Tedavi başındaki yaşlar karşılaştırılması, Çizelge 3.3'te verilmiş olup, üç grup arasında başlangıç yaşları açısından fark izlenmemiş,

grupların homojen olduğu görülmüştür. Hastaların tedavisine MR görüntülerinin alındığı gün başlandığı için, aktif tedavi süresi olarak tedavi başı ve tedavi sonu MR görüntülerinin alınması arasındaki süre belirlenmiştir. Bu süre tüm gün grubunda 14,88; gece grubunda ise 14,76 aydır. Tedavi sonu sefalometrik radyografiler ve el-bilek grafileri ise MRG çekimini takip eden 2 hafta içerisinde alınmıştır. Tedavi sonundaki kayıtların toplanması için, hastaların dişsel ilişkisinin Sınıf I okluzyona oturması şartı gözetilmemiş, yarım premolar boyu aktivasyon olması ve tedavinin en az 12 ay boyunca devam etmiş olması beklenmiştir. Tedavi sonunda tüm gün grubunun kronolojik yaşı 12,70 yıl, iskelet yaşı ise 13,00 yıl olarak hesaplanırken, gece grubunda bu yaşlar sırasıyla 12,50 ve 13,13 yıl olarak belirlenmiştir. Tedavi sonu-tedavi başı farkının grup içi karşılaştırmalarda $p < 0,001$ düzeyinde farklılık gösterse de (Çizelge 3.24-3.25), iki grup arası karşılaştırmada benzer olduğu görülmektedir (Çizelge 3.10).

Tüm gün, gece ve kontrol grubunda araştırmaya dahil edilen bireylerin, tedavi başı sefalometrik değerleri incelendiğinde Co-A ve Co-Gn parametreleri dışında hiçbir ölçümün gruplar arası fark göstermediği izlenmektedir (Çizelge 3.3). Tedavi başında SNA açısı tüm gün grubunda $82,05^\circ$, gece grubunda $79,44^\circ$ ve kontrol grubunda $81,52^\circ$ olup, her üç grupta da 5° 'nin üzerinde ANB açısı olduğu görülmektedir. Buna göre araştırmaya dahil edilen bireylerde izlenen iskeletsel sınıf II anomalinin her üç grupta da mandibuladan kaynaklandığı yorumu yapılabilir.

Bu aşamadan sonra iskeletsel ve dentoalveolar olarak benzer özelliklere sahip Sınıf II bireylerde fonksiyonel ortopedik tedavi sonucu elde edilen sonuçların aynı etki mekanizmasıyla elde edilip edilmediğini görmek için, tedavi ile oluşan değişiklikler grupların kendi içinde ayrı ayrı incelenmiş; farklı kullanım sürelerinin elde edilen iskeletsel ve dentoalveolar sonuçlar arasında fark olup olmadığını görmek için de gruplar arasında değerlendirme yapılmıştır.

Fonksiyonel apareylerin maksilla üzerinde herhangi bir etkinlik gösterip göstermedikleri birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Elgoyhen ve ark., 1972; Courtney ve ark, 1996; Weiland ve ark, 1997; Lund ve Sandler, 1998; Altenburger

ve Ingervall, 1998; Toth ve McNamara, 1999; Mills ve McCulloch, 2000; O'Brien ve ark, 2003; Cozza ve ark, 2004; Nucera ve ark., 2016).

Güney ve Altuğ (2009), 25 kişilik sınıf II anomaliye sahip tedavi grubunu 25 kişilik tedavi edilmemiş kontrol grubuyla karşılaştırmış ve sonuç olarak Üst çenenin sagittal yön gelişiminin önüne önemli ölçüde geçildiğini bildirmiştir.

Novruzov ve Özdiler (2006), ise tedavi grubu ile kontrol grubunu karşılaştırdığında S-Na boyutlarının tedavi grubunda daha az artış gösterdiği ancak bu bulgunun SNA değerine yansımamasının sebebini kontrol grubunda "Na" noktasının ileri hareketinin engellenmemesine bağlı olarak "A" noktasıyla "Na" noktasının sagittal yöndeki hareket miktarlarının benzer değerlerde gerçekleşeceğinden ötürü SNA açısında değişiklik olmamasına bağlamıştır.

Bu sonuçlarla uyumlu olarak Cozza ve ark. (2004), 40 bireyi aktivatörle tedavi etmiş ve SNA açısında $0,5^{\circ}$ azalma görülürken kontrol grubunda SNA açısının arttığını rapor etmişlerdir. Co-A mesafesindeki 0,67 mm'lik artışı ise kontrol grubundaki 5,13 mm'lik artışla kıyasladıklarında maksillanın sagittal gelişiminin engellenmesinde fonksiyonel ortopedik tedavinin etkinliğini bildirmişlerdir.

Mills ve McCulloch (2000), twin block ile tedavi edilen 28 bireyde, SNA açısı ve maksiller kaide uzunluğunda kontrol grubuna kıyasla daha az ileri hareket olduğunu belirtmiştir. Nucera ve ark. (2016) da, yapmış oldukları çalışmada benzer olarak, SNA açısının kontrol grubuna kıyasla $0,61^{\circ}$, anterior maksiller yer değiştirmenin ise 0,61 mm daha az olduğunu rapor etmişlerdir.

Toth ve McNamara (1999), fonksiyonel apareylerin, maksilla üzerine olan etkisini "headgear etkisi" olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar, kademeleri aktivasyon ile aygıtların maksiller etkilerinin artacağını bildirmiştir.

Courtney ve ark. (1996), Harvold aktivatörü ve Fraenkel 2 aygıtlarının maksiller ve kranial kaideye etkilerini inceledikleri çalışmalarında aygıtların maksiller büyümenin sagittal ve vertikal komponenti üzerine olan etkisinin sınırlı olduğundan bahsetmişlerdir.

Bizim çalışmamızda tedavi ile maksillada meydana gelen değişimler incelendiğinde, her iki tedavi grubunda da SNA açısında artış görülse de anlamlı değişim göstermezken, Co-A mesafesi tüm gün grubunda 6,37 mm ($p<0,001$), gece grubunda 5,14 mm ($p<0,01$) artış göstermiştir (Çizelge 3.24-3.25). Tedaviyle meydana gelen farklar karşılaştırıldığında da bu parametreler için tedaviyle ortaya çıkan etkinin her iki grupta benzer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.7). SNA açısında tedaviyle ortaya çıkan değişimin sınırlı olması maksillanın ileri hareketinin sınırlandırılmış olabileceğini akla getirirse de bu değerlerin Na konumuna bağlı olduğu mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Thilander ve ark. (2005) S-Na boyutlarının 10-13 yaşları arasında erkek çocuklarda 2,2 mm, kız çocuklarda ise 1,8 mm arttığını gözlemlemiştir. Dolayısıyla SNA açısı, Na noktasının göstermiş olabileceği değişime bağlıdır. Çalışmamızda maksilla üzerinde elde ettiğimiz sonuçlar, fonksiyonel ortopedik tedavinin maksillanın sagittal gelişimi ve midfasiyal uzunluk üzerine etkili olmadığını düşündürmektedir.

Fonksiyonel ortopedik tedavi ile yapılan birçok çalışmada mandibulanın boyut ve konumuna olan etkisi gösterilmiştir. (Williams ve Melsen, 1982a; McNamara ve Bryan, 1987; Hansen ve Pancherz; 1992; Weiland ve ark, 1997; Mills ve McCulloch, 2000; Ruf ve ark, 2001; O'Brien ve ark., 2003; Franchi ve Baccetti, 2006; Cozza ve ark, 2006; Franchi ve ark., 2013). Bunun tersi olarak fonksiyonel apareylerin mandibuler boyutlarda artış oluşturmadığı konusunda da görüşler mevcuttur (Nelson ve ark., 1993; Chen ve ark. 2002).

Güney ve Altuğ (2009), SNB ve ANB açılarında, kontrol grubuna göre sırasıyla $2,51^\circ$ ve $-2,85^\circ$ lik değişiklikler rapor etmiş ve bu değişiklikleri kontrol grubundaki değişikliklerle arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlı olarak bildirmiştir.

Cozza ve ark. (2004), Sınıf II maloklüzyona sahip aktivatörle tedavi edilen 40 hastada, apareyin 21 aylık kullanımıyla meydana gelen etkileri inceledikleri çalışmalarında, ANB°'de 2.14°'lik bir azalma SNB°'de 1.64° artış bildirmişlerdir.

Tedaviyle mandibular uzunlukta meydana gelen değişim araştırmacılara göre kondilde meydana gelen büyüme artışıyla yakından ilgilidir (Elgoyhen ve ark, 1972; Petrovic ve ark., 1981; Petrovic, 1984; McNamara ve Bryan; 1987; Rabie ve ark., 2003a). Petrovic ve ark.(1981), hiperpulsor aygıtını ratlar üzerinde uygulamış, mandibular uzunluk ve kondiler aktivitede artış olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka hayvan çalışmasında McNamara ve Bryan (1987), kondilin özellikle posterior ve postero-superior yüzeyinde remodellinge beraber, mandibular uzunluğun kontrol grubuna göre 5-6 mm daha uzun olduğunu rapor etmiştir. Histolojik düzeyde Rabie ve ark.(2001)'nin yaptığı rat çalışmasında ise mandibulanın ilerletilmesiyle osteoprogenitör hücrelerin farklılaştığını ve glenoid fossanın özellikle posterior bölgesinde de remodelling olduğu gösterilmiştir.

Bizim çalışmamızda, fonksiyonel apareylerin mandibular parametreler üzerine etkisi incelendiğinde, tüm gün grubunda SNB açısında izlenen 1,70°'lik artış $p<0,001$ düzeyinde anlamlılık gösterirken, gece grubunda bu artış 1,67° olarak ölçülmüş ve istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. ANB açısı ise her iki grupta birden tedavi öncesine göre tedavi sonrasında ($p<0.05$) küçülmüştür; ANB açısında tüm gün ve gece gruplarında meydana gelen küçülme sırası ile ortalama 1.17° ve 1,35° olarak bulunmuştur (Çizelge 3.24-3.25). Tedavi sonunda gece ve tüm gün grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlılık bulunmamıştır (Çizelge 3.7).

Mills ve McCulloch (1998) twin block uygulamasıyla mandibulanın efektif boyutunun 6.5 mm arttığını, bu artışın yarısından fazlasının ramus boyundaki artış ile meydana geldiğini ve kalanının da korpus boyundaki artıştan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Franchi ve ark. (2013) da bu bulgularla uyumlu olarak 2 yıllık tedavi süreci sonunda total mandibular uzunluk (4.3 mm) ve ramus yüksekliğinde (3.1mm) artış olduğunu belirlemiştir. De Almeida ve ark. (2002) efektif mandibuler boyut ölçümleri değerlendirilirken, ramus ve korpus boylarının ayrı ayrı dikkate alınması

gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bulgularla Güney ve Altuğ (2009)'un çalışması da benzerdir.

Novruzov ve Özdiler (2006) ise Go-Gn, Co-Gn, Co-Go ölçümlerinde istatistiksel olarak bir fark belirtmemiş olup mandibulada boyutsal artış olmadığını, sadece mandibulanın önde konumlandığını bildirmiştir.

Bizim çalışmamızda, Co- Gn boyutunda tüm gün grubunda 9,44 mm ($p<0,001$), gece grubunda 7,71 mm ($p<0,001$) artış izlenmiştir. Ramus uzunluğu (Co-Go) ve korpus uzunluğu (Go-Gn) ayrı ayrı değerlendirildiğinde tüm gün grubunda Co-Go mesafesinde 5,63 mm ($p<0,05$), gece grubunda ise 5,54 mm ($p<0,001$) artış kaydedilmiştir, Go-Gn mesafesi ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamsızdır (Çizelge 3.24-3.25). Her iki grupta da korpus boyutunun ramus yüksekliğine kıyasla daha fazla artış gösterdiği izlenmiştir. Tedavi sonunda gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır (Çizelge 3.7).

Her iki tedavi grubumuzdaki bulgular, mandibular boyutların artmasının ANB açısının küçülmesine sebep olduğunu göstermiştir.

Aktivatörlerin etkilerinin değerlendirildiği çok sayıda çalışmada GoGn/SN açısında artış tespit edilmistir (Jacobsson, 1967; Wieslander ve Lagerström,1979; Luder, 1982; Vargervik ve Harvold, 1985).

Clark (1988), Twin-block apareyinin yüzün dik yön boyutlarını arttırdığını bildirmiştir. Tümer ve Gültan (1999), Twin-block grubunda alt çene düzlem eğiminin aktivatör ve kontrol gruba göre önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir.

Ancak Bizim çalışmamızda vertikal parametreler değerlendirildiğinde GoGn/SN açısı tüm gün ve gece grubunda benzer ve $32,16^\circ$ ve $32,9^\circ$ olarak normal sınırlar içerisinde değerlendirilmiştir (Çizelge 3.2). Bu açıda tedavi sonundaki ortalamalar ve meydana gelen değişimler karşılaştırıldığında mandibulada hafif

posterior rotasyon izlense de bu değişim gruplarda istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmemiştir (Çizelge 3.24, Çizelge 3.25). Yine tedavi farkları gruplar arasında değerlendirildiğinde tedavi etkisinin 2 grupta benzer olduğu yorumu yapılabilir (3.7). Bu bulgu Novruzov ve Özdiler (2006)'in rapor ettiği Sınıf II divizyon 1 aktivatörlerinin mandibulaya posterior rotasyon yaptırmadığı görüşünü desteklemektedir.

Mills ve McCulloch (2000)'da, twin block tedavisiyle alt ön yüz (ANS-Me) ve total alt yüz yüksekliklerinde (Na-Me) anlamlı artış görölse bile mandibulada izlenen anterior rotasyonun kontrol grubuyla benzer seviyede olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızdaki bulgularla uyumlu olarak mandibulada izlenen rotasyonun kontrol grubuyla benzer olduğunu bildiren başka çalışmalar literatürde mevcuttur. (Gögen ve Parlar, 1989; Lagerström ve ark., 1990).

Hasta gruplarımızda yüz yüksekliklerinde tedaviyle ortaya çıkan değişimler değerlendirildiğinde ön yüz ve alt yüz yüksekliklerindeki değişimler tüm gün ve gece gruplarının her ikisinde de anlamsız bulunmuştur (Çizelge 3.24, Çizelge 3.25). Bu bulgulara göre fonksiyonel aygıtların kullanımıyla yüz yüksekliklerinde artış görülmemiştir. Bizim bulgularımızla uyumlu olarak literatürde fonksiyonel ortopedik tedavi ile yüz yüksekliğinin değişmediğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Altuğ ve ark., 1989; Dermaut ve ark., 1992; Dinçer ve ark., 1994). Buna karşın çeşitli araştırmacılar çalışmalarında aktivatör tedavisiyle yüz yüksekliğinde artış olduğunu belirtmiştir. (Vargervik ve Harvold, 1985; Chang ve ark., 1989; Jacobsson ve Paulin, 1990; Doruk ve Göyenci, 1999)

Yapılan klinik çalışmalar ve sonuçlara karşın, fonksiyonel ortopedik tedavininiskeletsel etkisinin sınırlı olduğunu bildiren ve tedavinin daha çok dentoalveolar düzeyde kaldığını savunan görüşler de mevcuttur (Tulley, 1972; Stockli ve Dietrich, 1973; Hirzel ve Grewe, 1974). O'Brien ve ark. (2003), Twin block aygıtının erken dönem tedavi sonuçlarını inceleyen bir çalışmada, overjetteki düzelmenin büyük oranda dentoalveolar etkilerden kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Fonksiyonel ortopedik tedaviyle keser dişlerdeki hareket tedavinin istenmeyen bir yan etkisidir (Harvold ve Vargervik, 1971; Bishara ve Ziaja, 1989; Altenburger ve Ingerval, 1998). Fonksiyonel çene ortopedisinin felsefesi hastanın yanlış olan fonksiyonunun düzeltilerek, gelişimin normale yönlendirilebileceği görüşüne dayanmaktadır (Fränkel ve Fränkel, 2001). Bizim görüşümüze göre keser hareketleri aşırı değilse, istenmeyen hareketler olarak değerlendirmek doğru değildir. Sınıf II vakalarda dental arkların ve overbite-overjet ilişkisinin gelişimin erken dönemlerinde normal hale gelmesi çiğneme fonksiyonunun ve fonksiyonel kuvvetlerin de normale döndürülmesi demektir. Ayrıca alt ve üst keser dişler arasındaki ilişkiye bağlı olan kondil yolu eğiminin sağlanması da temporomandibular eklem fonksiyonlarını da düzeltebilecektir.

Çalışmamızda tüm gün grubunda maksiller keserlerin (Çizelge 3.24) retrakte olduğu ve dikleştiği saptanmıştır. Ayrıca yine tüm gün grubunda alt keserlerde proklinasyon anlamlı düzeydedir. Tüm gün grubunda maksiller keserlerde anlamlı ölçüde retroklinasyon izlenmiştir. Gece grubunda ise maksiller keserlerde meydana gelen hareketler anlamlı farklılık göstermemiştir (Çizelge 3.25). Gruplar karşılaştırıldığında ise tedavi ile maksiller keserlerin konumunda meydana gelen değişiklik bakımından önemli bir fark saptanmamıştır (Çizelge 3.10).

Pancherz (1984), aktivatör kullanımıyla meydana gelen iyileşmeye iskeletsel ve dental yapıların eşit oranda katkı sağladığını ve overjetteki 5 mm'lik düzelmenin 2.4 mm'sinin mandibulanın ileri hareketi, 2.5 mm'sinin üst keser dişin retrüzyonu, 0.1 mm'sinin ise alt keser protrüzyonuyla olduğunu bildirmiştir.

Cozza ve ark (2004) ise, aktivatörün dişsel ve iskeletsel etkisini inceledikleri çalışmalarında, her iki etkinin de anomalinin düzeltiminde rol oynadığını ancak iskeletsel etkinin (%70) baskın olduğunu ve bu etkinin özellikle mandibuladan (%73) kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızın bulgularına göre overjette tüm gün grubunda 3,7 mm, gece grubunda ise 2,23 mm'lik azalma tespit edilmiş olup, bu değişimler sırasıyla $p < 0,001$

ve $p<0,05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir (Çizelge 3.24, Çizelge 3.25). Bulgularımıza göre overjetin düzelmesinde özellikle tüm gün grubunda diş hareketleri etkilidir. Yine tüm gün grubunda overbite'daki azalma istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde anlamlıdır (Çizelge 3.24).

Çalışmamızı planlarken, fonksiyonel ortopedik tedavinin daha önce bir çok kez yayınlanmış olan kraniofasiyal ve dentoalveolar etkilerindense, kompleks bir tedavi olarak değerlendirdiğimiz ortopedik tedavinin nöromuskuler karakterini incelemek amacıyla MRG yöntemini kullanmayı tasarladık. Bu görüntüleme yöntemini tercih ederken aklımızdaki fikirlerden birisi de fonksiyonel ortopedik tedavi başarısında önemli yer alan kondiler bölgede oluşacak büyümeyi incelemektir. Yapılan araştırmalarda fonksiyonel apareylerin etkisiyle mandibulanın önde konumlanırken, kondil ve fossa arasında bir boşluk oluşacağından, böylelikle stimüle olan osteogenik tabakaların oluşan bu boşluğu kapatmak üzere aktive olarak endokondral kemikleşmenin meydana geleceğini öne sürmüşlerdir (Rabie ve ark., 2003 a-b; Tang ve ark, 2004; Shen ve Darendeliler; 2005; Ülgen, 1999; Hagg ve ark., 2008).

Kondiler kartilajın adaptif remodelingine yol açan faktörler hala kesin olarak bilinmemektedir. Ancak çoğu çalışmanın hem fikir olduğu noktalardan biri kondilin glenoid fossaya göre konumunun değişmesi bu adaptasyon için önemli bir tetikleyici olmaktadır (Rabie ve ark, 2003a; Shen ve Darendeliler, 2005; Hagg ve ark, 2008). Rabie ve ark.(2003a)'nın , 165 rat üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, mandibular protrüzyon sonucunda kondiler bölgede SOX 9 transkripsiyon faktörü ve tip 2 kollejen miktarında artış olduğu gösterilmiştir. SOX 9 transkripsiyon faktörü, mezenşimal hücrelerin kondrositlere dönüşümünde gen ekspresyonunun aktivasyonundan sorumlu tutulmaktadır. Çalışmaya göre kondiler matriks formasyonu kontrol grubunun çok üzerinde gerçekleşmiştir. Araştırmacılara göre mandibulanın protrüziv fonksiyonun kondil üzerindeki etkisinin genetik paternin çok üzerinde olduğu yorumu yapılmıştır. Kondiler bölgedeki hücre proliferasyonunun artışına sebep olan bir diğer mediatör ise 2004 yılında Tang ve ark. tarafından Indian Hedgehog (IHH) mediatörü olarak bildirilmiştir. IHH kondrosit proliferasyonunu stimüle eden sinyaller üreten bir mediatördür. Tang ve ark.'a göre mandibulanın

protrüze olduğu durumda, IHH ekspresyonu artmakta ve mezenşim hücrelerinin farklılaşma süresi kısalmaktadır. Ancak bu şekilde bir büyüme için kondilin fossa ile temasını kesmesi oldukça önemlidir. Çünkü kontakt hali maturasyon sürecini ve endokondral kemikleşmeyi yavaşlatmaktadır (Kantomaa ve Hall, 1991; Sinsel ve ark., 2002).

Ratlar üzerinde yapılan histolojik çalışmalarda, mandibulanın ileri alınmasıyla kondiler bölgede vasküler endotelyal büyüme faktörünün önemli miktarda arttığı görülmüştür. Böylece özellikle kondilin posterior bölgesinde damarlanma ve yeni kemik formasyonunun yüksek düzeyde arttığı rapor edilmiştir (Rabie ve ark., 2002). Yine Rabie ve ark. (2001) ratlar üzerinde yaptıkları çalışmada, kemikleşme yalnızca kondilde değil; glenoid fossada da görülmektedir. Araştırmacılar 21. güne en fazla olmak üzere 7 ila 30. günler arasında glenoid fossanın orta ve posterior kısımlarında yeni kemik yapımı ve tip X kollajen miktarında artış bildirmişlerdir. Tip X kollajen endokondral kemikleşmeye öncülük etmektedir.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi; TME, eklem diski gibi yumuşak dokuların görüntülenmesinde en detaylı bilgilerin elde edilebildiği görüntüleme yöntemi MRG'dir. Aksoy ve Orhan (2010) özellikle T1 ağırlıklı görüntülerle, eklem anatomisinin iyi bir şekilde görüntülenebildiğini rapor etmiştir. Biz de özellikle eklem bölgesindeki teşhis kapasitesinden dolayı T1 ağırlıklı görüntüler elde ettik. Tekrar özetleyecek olursak, artiküler eminens, zigomatik proses ve kondil içindeki sarı kemik iliği; yağın kısa T1 zamanı olması nedeniyle yüksek sinyal intensitesine sahiptir. Bilaminar zone ve lateral pterygoid kastaki yumuşak dokular orta derecede, disk ise düşük sinyal intensitesine sahiptir. Fibröz diskin düşük sinyal intensitesine zıt olarak yağ dokusundan zenginliği nedeniyle posterior disk ataşmanı diskin posterior bandına göre daha yüksek sinyale sahiptir. T1 ağırlıklı görüntülerde artmış bir retrodiskal bölge ve T2 ağırlıklı görüntülerde çok yüksek sinyal intensitesi görülüyorsa artmış vaskülariteyle ilişkili inflamasyon düşünülmelidir (Harms ve ark., 1985).

Kemik iliği değişiklikleri de MRG ile belirlenebilir. MRG kemik iliğini in vivo olarak direk görüntülemeye izin veren tek güncel yöntemdir. Sadece sınırlı bölgeleri gösteren biyopsinin aksine MRG kemik iliğini geniş volümlerde hatta gerektiğinde tüm vücudu incelemeye imkan verir. T1 ağırlıklı görüntülerde normal sarı kemik iliği hiperintense görülürken, hemopoetik kemik iliği sarı kemik iliğine kıyasla hipointense görülür. Bunun yanında sarı kemik iliği çevrelendiği kaslara göre daha yüksek sinyal intensitesine sahipken kırmızı kemik iliği kasa göre isointense veya az miktarda hiperintense olabilen orta derecede sinyal intensitesine sahiptir bu da hücre yağ oranına bağlıdır (Aksoy ve Orhan, 2010). Orhan ve ark. (2009)'ın anemili hastalarda T1 ağırlıklı görüntülerde temporomandibular eklem ve kondilin kemik iliğindeki değişimleri değerlendirdikleri çalışmalarının sonuçlarına göre ise, diskin hem anterior hem de posterior kısmında sinyal aktivitesinde azalma rapor edilmiştir. Araştırmacılara göre, diskin beslenmesini sağlayan retrodiskal bölgedeki kan damarlarının anemiye bağlı dejenerasyonu ve kanlanmanın bozulması olarak gösterilebilir. Orhan ve ark. (2006) yaptıkları bir diğer çalışmada ise, internal düzensizliklerin varlığında diskin posterior kısmı ve posterior bantta sinyal intensitesinde artış gözlemlenmiştir. Bu durum retrodiskal bölgede artan kan akımıyla ve inflamatuvar sürecin varlığıyla açıklanmıştır.

T1 ağırlıklı görüntülerde sella bölgesindeki kemikte hipertense görüntü oluşabilmesinin sebeplerini; yağ, kan içerikli ya da yüksek protein içerikli lezyonlar olabileceğini bildirmiş ayrıca kalsifikasyon artışlarının da T1 sinyal intensitesini arttırabileceğini Boneviller ve ark. (2006) tarafından öne sürülmüştür.

Bizim çalışmamızda TME eklem bölgesinde MRG ile değerlendirilen sinyal intensite parametrelerinin sonuçlarına göre, tedavi başı parametreler değerlendirildiğinde tüm gün grubunda sağ discus articularis'in posterior kısmındaki sinyal intensite oranının gece grubuna göre daha fazla olduğu görülmüş olup, bu fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.7). Tedavi sonunda erişilen SIR değerleri karşılaştırıldığında ise, hem sağ hem sol taraf discus articularis'in posterior kısmındaki SIR değerinin yine tüm gün grubunda $p<0,05$ düzeyinde anlamlı gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 3.17). Tedavi sonu-tedavi farklar karşılaştırıldığında

tüm gün ve gece grupları arasında sol taraf discus articularis'in posterior kısmındaki SIR değerindeki değişiklik tüm gün grubu lehine $p<0,05$ düzeyinde anlamlıdır (Çizelge 3.13). Bizim görüşümüze göre, hastalarda tedavi başında stabil olmayan okluzyon ve anormal fonksiyonel aktiviteye bağlı olarak eklemde dengeli olmayan kuvvetlerin ve buna bağlı yapısal adaptasyonların oluşması son derece doğaldır. Fonksiyonel apareylerin kullanımıyla, eklem bölgesine iletilen dengeli olmayan kuvvetlerin kesintiye uğraması başlangıçta asimetri gösteren bazı bölgelerin dengeleyici yapısal değişimleriyle sonuçlanmış olabilir. Ancak bireyin çiğneme, ısırma gibi fonksiyonlarını yaparkenki alışkanlıkları da sürekli anlamlılık göstermiş olan sol taraf discus articularis posterior'un bir nedeni olabilir. Bireyin fonksiyonel ortopedik tedavi görmesine rağmen sürekli olarak sol tarafıyla fonksiyonlarını gerçekleştirmesi bunun bir sebebi olabilir.

Aktivatör tedavisinin Temporomandibular eklem üzerinde meydana getirdiği değişiklikler Ruf ve ark. (2002) tarafından MRG çalışması ile incelenmiştir. Buna göre mandibular kondil 1 yıllık tedavinin ardından daha önde konumlanmıştır. Bu durum fonksiyonel ortopedik tedavi sonucunda oluşan yeni engramin göstergesidir. Tedavi sonrası tüm hastalarda disk-kondil ilişkisinin fizyolojik sınırlar içerisinde olması, diskte anteriora konumlanma eğilimi gösteren hastaların tedavi başında disk deplasmanına sahip olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca fonksiyonel ortopedik tedavi ile mevcut disk deplasmanının tedavi olduğu düşünülebilir.

Tedavi ile ortaya çıkan farklar tüm gün ve gece gruplarında ayrı ayrı değerlendirildiğinde, discus articularisin hem anterior hem de posterior kısmında görülen değişimlerin artmış olduğu izlenmektedir (Çizelge 3.26, Çizelge 3.28). Bu artışlar tüm gün grubunda sağ tarafta diskin anterior ve posterior kısmında $p<0,001$ düzeyinde, sol tarafta anterior kısımda $p<0,01$, posterior kısımda $p<0,001$ düzeyinde anlamlılık gösterirken, gece grubunda sol ve sağ tarafta diskin anterior kısmında $p<0,01$, sağ posterior kısmında $p<0,01$, sol taraf posterior kısımda ise $p<0,001$, düzeyinde önemli olarak değerlendirilmiştir. Tedavi ile oluşan farklar gruplar arası değerlendirildiğinde ise gece ve tüm gün gruplarındaki sol taraf posterior diskte $p<0,05$ düzeyinde anlamlılık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.13).

Fraenkel aygıtının kullanımının artiküler disk üzerindeki pozisyon ve şekil değişikliklerinin incelendiği bir çalışmada, tedavi sonrası disk konumunda anlamlı bir değişiklik rapor edilmemiştir; ancak diskin şeklinde değişim olduğu bildirilmiştir (Franco ve ark.,2002).

Wadhawan ve ark. (2008), fonksiyonel apareylerin etkilerini MRG ile incelemişlerdir. Araştırmacılar kondilin ileride konumlandığı durumda diskin anlamlı derecede geride konumlandığını bildirmiştir. Sabit tedavi sonrası ise disk tedavi öncesi konumuna dönmektedir. Özellikle kondilin postero-superior kısmında görülen şekil değişikliği araştırmacılara göre önemlidir. Bu bölgedeki sinyal yoğunluğunda anlamlı bir aktivite artışı görülme de belirttikleri şekil değişikliği artan kemik aktivitesi olarak algılabilmektedir. Kondil önde konumlandığında retrodiskal dokular gerilerek diski kondile göre göreceli olarak geri çekecektir. Böylece diskin anterior ve posteriorunda morfolojik değişiklikler olabilecektir. Araştırmacılar disk konumunda değişim izlese de yapısal bir değişiklik bildirmemişlerdir.

Biz çalışmamızda disk konumuyla ilgili bir parametre incelememiş olsak da disk sinyal intensite oranlarındaki değişim bulgularımızın, fonksiyonel ortopedik tedavi ile kondil ve diskin konumsal değişikliklerinin Franco ve ark. (2002), Wadhawan ve ark. (2008) çalışmalarındaki diskte adaptif değişikliklerin sonucu oluşabileceğini düşünmekteyiz.

Hinton ve McNamara (1984), yaptıkları hayvan çalışmasında daha önceki çalışmalara benzer olarak adaptif değişikliklerin yalnızca kondiler bölgede değil, glenoid fossada da bu değişikliklerin olduğunu göstermişlerdir. Mandibulanın protrüziv hareketine karşı glenoid fossa adaptasyonunun büyüyen ve büyümesi tamamlanmış hayvanlarda farklı seviyelerde olduğu araştırmacılar tarafından gösterilmiştir. En dikkat çekici adaptasyon ise glenoid fossanın posterior kısmında görülen yeni kemik oluşumudur. Araştırmacılara göre, artiküler diskin posterior lifleri aracılığıyla iletilen periosteal gerilim, glenoid fossadaki osteojenik cevabın oluşmasına sebep olabilmektedir.

Eklem diski, arkadan damar ve sinirlerden zengin retrodiskal doku, retrodiskal lamina veya bilaminer alan adı verilen, gevşek bağ dokusundan oluşmuş alanla bağlantılıdır. Bu alan, üst ve alt olmak üzere iki bölümden oluşur. Üst retrodiskal lamina, daha çok elastik liflerden oluşmuş olup glenoid fossanın arka bölümüne bağlanır. Alt retrodiskal lamina ise, daha çok kollajen liflerden oluşarak, kondil boynunun alt kısmı ile eklem kapsülünün arka bölümüne yapışır. Dolayısıyla üst retrodiskal laminanın elastik liflerinin, kondilin öne ve aşağı hareketiyle oluşan gerilme kuvvetini glenoid fossaya iletmesi ve bölgede yeni kemik formasyonunu stimüle etmesi araştırmacılara göre beklenen bir durumdur. Graber (2000)'a göre, fonksiyonel apareylerin kullanımıyla kanlanması zaten yüksek olan retrodiskal bölgedeki kan akışı hızlanmakta ve mandibulanın öne alınması retrodiskal dokunun aktivasyonunun artmasına yol açmaktadır. "Viskoelastik büyüme rölative teorisi" ni öne süren Voudouris ve Kuftinec (2000), fossadan uzaklaşan kondil ve fossa arasında yeni kemik yapımından retrodiskal yapıların sorumlu olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda, retrodiskal dokudaki sinyal intensitesi oranları değerlendirildiğinde, tüm gün ve gece gruplarında tedavi ile ortaya çıkan farklar istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilmiş; bu gölgede belirgin sinyal artışları izlenmiştir (Çizelge 3.26, Çizelge 3.28). Retrodiskal bölgede kan akımındaki artış ve enflamatuar süreç oluşumunun diskin posterior kısmında sinyal intensite artışı olabileceği Orhan ve ark. (2006) tarafından öne sürülmüştür. Yine bizim çalışmamızdaki gibi T1 ağırlıklı görüntülerle Harms ve ark. (1985) 'ın yaptığı çalışmada retrodiskal bölgede artmış sinyal intensitesi, vaskülarizasyon artışı ile ilişkili enflamasyonu belirteceğini bildirmiştir.

Çalışmamızda retrodiskal bölgedeki yüksek sinyal intensite oranları, yapılan çalışmaların da gösterdiği gibi fonksiyonel apareylerin etkisiyle retrodiskal dokuda gerilimin ve kan akımının artması ve inflamasyonun varlığının göstergesidir. Tedavi ile meydana gelen farklar gece ve tüm gün grupları arasında karşılaştırıldığında ise, her iki gruptaki etkinin benzer olduğu izlenmiştir (Çizelge 3.13).

Kondil başında meydana gelen sinyal intensite değişikliklerine baktığımızda ise çalışmamızda kondil başının posterior, koronal, medial ve anterior kısımlarını inceledik. Sonuç olarak tüm gün grubunda tedaviyle sol taraf koronal ve medial kondiler proses dışındaki bölgeler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Gece grubunda ise yalnızca sağ taraf anterior kondiler proses ve her iki taraf posterior kondiler proses istatistiksel olarak anlamlı artışlar göstermiştir (Çizelge 3.26, Çizelge 3.28). Bizim bulgularımız daha önce yapılmış olan çalışmaları doğrular niteliktedir. Çalışmalar kondilin glenoid fossaya göre aşağıda konumlanmasıyla özellikle kondiler proses'in postero-superior kısmında hücresel aktivitenin arttığını bildirmektedir (Elgoyhen ve ark., 1972; Williams ve Melsen, 1982a; McNamara ve Bryan, 1987; Kantomaa ve Hall, 1991; Ruf ve Pancherz, 1998; Rabie ve ark, 2001; Rabie ve ark., 2002; Sinsel ve ark, 2002; Chen ve Darendeliler, 2005). Bizim çalışmamızda kondil başının posterior kısmındaki sinyal intensite artış miktarları tüm gün grubunda sağ tarafta 0.49384, sol tarafta 0.48875 ($p < 0,05$), gece grubunda ise sağ tarafta 0.38108'lik artış $p < 0,001$, sol taraftaki 0.31892'lik artış da $p < 0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Herbst aygıtının kullanılmasıyla 14 genç erişkin ve 25 adolesan bireyde kondil ve glenoid fossadaki adaptif değişiklikler Ruf ve Pancherz (1999) tarafından MRG ile incelenmiştir. Araştırmacılar her iki grupta da özellikle kondilin postero-superior bölgelerinde sinyal intensite artışı bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan proton ağırlıklı MR görüntülerinde 6 ila 12. haftalarda izlenen sinyal intensite artışı araştırmacılara göre, kartilaj matriksinin artmasına, dolayısıyla artan su ve proton miktarıyla ilişkili olarak sinyal düzeyinin yükselmesine bağlanmıştır. Ancak bu çalışmada dikkat çeken nokta genç erişkin bireylerde de kondiler aktivite artışı izlenmesidir. Bu durum da fonksiyonel tedavinin ileri yaşlarda da mümkün olabileceği fikrini düşündürmüştür.

Yine Ruf ve Pancherz (1998), bir diğer çalışmalarında hem kondilin postero superior hem de glenoid fossanın posterior kısmındaki sinyal intensite artışlarının remodelling artışına yol açtığını öne sürmüşlerdir.

Tomografi çalışmalarına baktığımızda ise Yıldırım ve ark. (2014), twin block aygıtıyla kondiler bölgedeki değişiklikleri incelemişler ve kondil hacminin tedavi ile önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Güner ve ark. (2003), mandibular kondilde metabolik aktivitenin artışıyla yeni kemik oluşumu ve kondildeki hacim artışı tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi çalışmasıyla rapor etmişlerdir.

Tüm bu çalışmaların sonuçlarıyla benzer olarak biz de çalışmamızda kondilin postero-superior kısmında her iki tedavi grubumuzda da sinyal intensite artışı saptamamızın yanında yukarıda belirttiğimiz gibi kondilin özellikle anterior, medial ve koronal kısımlarında da anlamlılık gösteren artışlar bulduk. Kondildeki bu değişiklikler, daha önce belirttiğimiz retrodiskal dokudaki sinyal intensite artışıyla da desteklenmesi, bölgedeki vaskülarizasyon, kanlanma ve hücrel aktivite artışı ile birlikte kemik yapısındaki değişikliği bize düşündürmüştür. Çalışmamızda bulduğumuz kondilin postero-superior kısmındaki sinyal intensite artışı daha önceki histolojik düzeyde yapılan çalışmaları doğrular nitelikte olup fonksiyonel ortopedik tedavi ile kondilin yukarı ve geriye doğru büyüdüğünü göstermektedir (McNamara ve Bryan, 1987; Rabie ve ark, 2001; Rabie ve ark.,2002).

Andresen ve Haupl (1936), aktivatör tedavisiyle nöromusküler cevapta görülen değişimle ilgili görüşlerini açıkladıklarından bu yana, kasların fonksiyonel tedaviye cevabına dair birçok hipotez ortaya atılmıştır. Araştırmacılara göre aktivatörün kullanımıyla ağız kapatan kasların aktivitelerinden kaynaklanan miyotatik refleksin etkisiyle izotonik kasılmalar oluşmakta, bu durum protraktör kasların stimülasyonu, retraktör kasların ise inhibisyonuyla sonuçlanmaktadır. Eschler (1952), bu görüşü desteklemekle birlikte retraktör kasların inhibe olmadığını aksine uyarılarak proprioseptif gerilim refleksiyle izometrik ve izotonik kasılmaların birbirini takip ettiğini belirtmiştir. Selmer-Olsen (1937) ise aktivatörün gece kullanımıyla kas kontraksiyonları görülmediğini belirtirken kasların vizkoelastik özellikleri ve yumuşak dokuların geriliminin tedavi sonucunda etkili olduğunu savunmuştur. Harvold ve Vargervik (1971), Woodside (1973) ve Herren (1959) da bu görüşe destek vermiştir. Bu 2 ekstrem görüşün aksine Witt (1966) izometrik kasılmalarla birlikte vizkoelastik özelliklerin beraber etki gösterdiğini o yüzden de kapanışın

Andresen'in dediği gibi düşük ya da Harvold'ın belirttiği gibi yüksek değil, orta yükseklikte alınması gerektiğini belirtmiştir.

Charlier ve ark.'nın (1969) genç ratlarda yaptığı çalışma ile “Lateral Pterigoid Kas Hiperaktivite Teorisi” ortaya çıkmış ve bu teori McNamara'nın (1973) primatlarda yaptığı çalışmayla da desteklenmiştir. Bu çalışmada mandibulanın anteriora konumlandırılması ile bu konuma adaptasyon gerçekleşene kadar lateral pterigoid kasın özellikle superior kısmında aktivite artışı bulunmuş ve superior başın mandibulayı nde konumlandıran temel kas olduğu belirtilmiştir. Temporal kasın posterior kısmının EMG aktivitesinde ise azalma tespit edilmiştir. Petrovic (1984) de, lateral pterygoid kasın aktivitesinin artmasının, kondiler kartilajın gelişimindeki esas etken olduğunu savunmuştur. Ancak bu araştırmacıya göre, bu kasta görülen aktivitenin ortaya çıkabilmesi için, aygıtın mandibulaya pasif olarak oturması, rijit olarak nde tutmaması gerekmektedir. Petrovic ve Stutzmann (1997), aygıtların kullanım süresinin ve aygıtın tasarımıının da tedaviyle oluşacak kassal cevabı etkileyeceğinden bahsetmiştir. Bu aygıtların kullanımıyla, daha önce de anlatıldığı gibi maksiller dental arkın daha ndeymiş gibi algılanmasına neden olan bir referans girdisi oluşmakta, mandibula buna bağlı olarak nde konumlanmaktadır. Lateral pterygoid kasın kontraktıl aktivitesinin ve buna bağlı kondiler kartilajın hücre aktivitesinin artmasıyla mandibular uzunlukta da artış olmaktadır.

Bu görüşlerden yola çıkararak, fonksiyonel ortopedik tedavinin başarısı açısından büyük önem taşıyan nöromuskuler yapıyı incelemeyi düşündük. Bunun için fonksiyonel aygıtlarla kas aktivite ve boyutlarında izlenen farklılıkları saptamayı tasarladık. Tedavi başı ve sonunda alınan MR görüntülerinde ilk olarak m. massetericus, m.temporalis, m.pterygoideus lateralis (alt ve st karın), m. pterygoideus medialis kaslarının sinyal intensite oranlarındaki değişimleri inceledik.

Bizim alışmamızda çiğneme kaslarının sinyal intensiteleri değerlendirildiğinde, tedavi başında tüm gün ve gece grupları arasında hiçbir parametre açısından fark izlenmemiştir (izelge 3.7). Gruplarda tedavi ile ortaya çıkan farklılıklar değerlendirildiğinde ise her iki grupta da sağ ve sol taraflarda tüm

çiğneme kaslarının SIR değerlerinin belirgin olarak arttığı ve bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Çizelge 3.26, Çizelge 3.28).

McNamara (1973) yaptığı EMG çalışmasında, mandibulanın önde konumlandırılmasının nöromuskuler yapılara etkisini incelediği çalışmada, 4 farklı yaş grubundaki rhesus maymunlarını değerlendirmiştir. 6. saatin sonunda deneklerin birinde lateral pterigoid kasın üst kısmında aktivite artışı belirlenmiş ve sonraki 1 haftalık süreçte temporal ve masseter kas aktivitesi artışıyla birlikte diğer deneklerin yarısında lateral pterigoid kasın üst kısmında aktivite artışı belirlenmiştir. Lateral pterigoid kasın üst kısmındaki aktivite artışı ilerleyen haftalarda devam etse de, tedavi sonundaki EMG aktivitelerine bakıldığında aktivitenin azaldığı görülmüştür. Araştırmacıya göre bu durumun sebebi tedavinin ilk dönemlerinde mandibulanın rahatsız edici etkenlerden kaçmak için kaçma refleksiyle öne konumlanmasıyla lateral pterigoid kasın aktivitesi artmakta; ancak sonraki haftalarda mandibulanın yeni konumuna adaptasyonu ve oluşan morfolojik değişimlerle başlangıçtaki artış kas aktivitesinin düşmesiyle sonuçlanmaktadır. En baştaki artan kas aktivitesi, morfolojik değişiklikler olana kadar kondilin anteriordaki konumunun stabilizasyonunu sağlamaktadır. Sefalometrik ve histolojik bulgular önceki çalışmalarla uyumlu olarak, özellikle kondilin posterior kısmında aktivite artışı, ramus uzunluğunda ve mandibulanın uzunluğunda artış göstermiş ve bu etkiler özellikle genç hayvanlarda daha fazla olmuştur. Daha yaşlı olan hayvanlarda ise iskeletsel etkiden ziyade dental etki daha belirgin olmuştur.

Farklı dönemlerde aktivatörle yapılan ortopedik tedavi sonucu ortaya çıkan kassal cevap Ahlgren (1978) tarafından EMG ile değerlendirilmiştir. Aygıt tüm gün kullanıldığında mandibulayı protrakte eden kaslarda stimülasyon, retraktör kas aktivitelerine ise azalma belirlenmiştir. Aygıt gece kullanıldığında ise hem protraktör hem de retraktör kaslarda aktivite değişikliği bildirilmemiştir.

Fonksiyonel apareylerin etkisiyle masseter ve temporal kas aktivitesinin arttığı güncel çalışmalarla da gösterilmiştir (Petrovic ve ark., 2014; Wozniak ve ark., 2015). Herbst aygıtıyla lateral pterigoid kastaki değişimler ağız içi elektrotlarla Hiyama ve

ark. (2000) tarafından incelenmiştir. Kasta Herbst aygıtının takılmasının ardından aktivite artışı olmuştur; ancak 4-6 ay içinde artan bu aktivite başlangıç düzeyine inmiştir. Leung ve Hagg (2001) da Herbst apareyenin etkilerini masseter ve temporal kas aktiviteleri üzerine incelemiş ve 6 aylık takip sürecinde aygıt ağızda olduğu süreçte de aygıt çıkarıldığında da masseter kas aktivitesine artış gözlenirken, temporal kas aktivitesine belirgin bir artma olmadığını bildirmişlerdir.

EMG çalışmaları fonksiyonel ortopedik tedavinin kas aktivitesine olan etkilerini ortaya koysa da bizim çalışmamızda MRG ile belirlenen sinyal intensite değişikliklerini EMG bulgularıyla karşılaştırmak doğru olmayacaktır. Sinyal intensite değişiklikleri anlık aktivitenin bir yansıması değil, kasta meydana gelen aktiviteler sonucu meydana gelen yapısal değişikliğin bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir. Anlık bir değişim değildir ve belirli bir süreç sonunda değer değişikliği gösterir. Orhan ve ark. (2005) yaptıkları MRG çalışmasında, disk deplasmanının prevalansını, çiğneme kaslarının sinyal intensite oranlarını normal ve disk deplasmanının olduğu tarafla karşılaştırmışlardır. Medial ve lateral disk deplasmanı olan bireylerde lateral pterigoid ve temporal kaslar için sinyal intensite oranlarının yükseldiğini saptamışlardır. Araştırmacıların izledikleri bu değişiklik inflamasyon, ödem ya da kasta oluşmuş bir yapısal değişikliğe bağlı olarak meydana gelmiş olabilir. Bunun yanında temporal ve lateral pterigoid kasın, disk deplasmanına bağlı olarak gösterdiği adaptif yapısal değişikliklerle de ilişkilendirilmiştir.

Bu bakış açısına göre değerlendirdiğimizde EMG çalışmaları çiğneme kaslarının aktivitesinde azalma veya artış olabileceğini koymakta ancak bu değişimlerin uzun dönemde kasın morfolojisini nasıl etkilediğini gösterememektedir. Bazı çalışmalarda ise kas aktivitesinde tedavi sonrası dönemde tedavi başı değerine geri döndüğü belirtilmektedir (McNamara, 1973; Hiyama ve ark., 2000). EMG çalışmaları tedavi esnasında kaslardaki aktivasyon değişimlerini vermektedir; ancak adaptif değişiklikler veya morfolojik değişiklikleri gösterme kapasitesi yoktur. Çalışmamızda kaslarda tedavi sonrasında izlenen yüksek sinyal intensite değerleri yapısal bir değişikliği ve fonksiyonel ortopedik tedavi sonrası kassal adaptasyonun

olduğunu bize düşündürmüştür. Tüm gün ve gece gruplarında kasların SIR değerinde tedavi ile oluşan etkiler karşılaştırıldığında, iki grup arasında fark gözlenmemiştir (Çizelge 3.13). Dolayısıyla, her iki grupta da kaslarda benzer düzeyde değişim olduğundan bahsedilebilir.

Çalışmamızın devamında m. massetericus, m. pterygoideus lateralis ve m. pterygoideus medialis kaslarının aksiyal kesitte uzunluk-genişlik ölçümleri ve hacim ölçümleri yapılmıştır.

Çalışmamızda gerçekleştirilen m. massetericus, m. pterygoideus lateralis ve m. pterygoideus medialis kas hacim ölçümleri tedavi başında değerlendirildiğinde, tüm gün ve gece grupları arasında anlamlı tek farkın $p < 0,05$ düzeyinde sol taraf lateral pterygoid kasta olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.8). Bu kasın hacminin tüm gün grubunda 0.714 cm^3 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tedavi ile tüm gün ve gece gruplarında görülen farklar değerlendirildiğinde ise, tüm kas hacimlerinde değişen miktarlarda artış görüldüğü izlenmektedir. Tüm gün grubunda sağ taraf m. pterygoideus lateralis hacmindeki 1.017 cm^3 artış $p < 0,001$ düzeyinde, sağ taraf m. pterygoideus medialis hacmindeki 1.073 cm^3 artış $p < 0,01$ düzeyinde, sol taraf m. massetericus hacmindeki 1.705 cm^3 artış $p < 0,01$ düzeyinde, sol taraf m. pterygoideus lateralis hacmi 1.147 cm^3 artış $p < 0,001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.27). Gece grubunda ise sağ ve sol taraf m. pterygoideus lateralis hacmindeki 0.924 cm^3 ve 0.786 cm^3 artışlar $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ düzeyinde, sağ ve sol taraf m. pterygoideus medialis hacmindeki 1.227 cm^3 1.175 cm^3 artış $p < 0,001$ ve $p < 0,05$ düzeyinde, sağ ve sol m. massetericus hacmindeki 1.763 cm^3 ve 1.604 cm^3 artışlar ise $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.29). Tedavi sonu değerlere baktığımızda ise tüm gün grubu sağ ve sol lateral pterigoid kas hacmi gece grubuna göre $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde fazla bulunmuştur; tedaviyle ortaya çıkan farklar iki grup arasında karşılaştırıldığında ise tüm gün ve gece gruplarının benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 3.14 ve Çizelge 3.18).

Kiliaridis ve ark. (2010), twin block kullanımı sonucunda masseter kas kalınlığında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun tedavi ile kas fonksiyonlarında azalma ve olası bir kas atrofisi olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Bize göre ise tamamı aktif büyüme periyodunda olan hastalarımızdaki kas hacimlerinin artışı doğal fizyolojik bir durumdur. Her ne kadar kas hacimlerinde artış olsa da bunu salt fonksiyonel tedaviye bağlamamız mümkün değildir. Kontrol grubuna sahip olmadığımız için tedavi görmemiş benzer anomaliye sahip bireylerde MRG ile kaslardaki değişimi izlememiz mümkün olmamıştır. Bu sebeple büyümenin kas hacimleri üzerindeki etkisinin miktarını veya bir etkisi olup olmadığını bilemiyoruz.

Çiğneme kasları da çizgili kaslardan olup, antrenmanlar sonucu yapılarında değişiklikler olabilir. Kannus ve ark. (1992) direnç egzersizlerinin hızlı ve yavaş kasılan kaslarda hipertrofiye yol açtığını bildirmiştir. Abernethy ve ark. (1990) ise uzamış dayanıklılık antrenmanlarıyla, hızlı kasılan b tipi kas liflerinin, oksidatif kapasitesi yüksek a liflerine dönüştüğünü bildirmiştir.

Terjung (1995), aktif haldeki kasta kapiller sayısının arttığını böylelikle kastaki oksijen ihtiyacının sağlanması amacıyla kan akımının artırıldığını savunmuştur. Kim ve ark.(1999), isometrik kontraksiyonlarla masseter ve temporal kaslarındaki hemodinamik değişimleri spektroskopi ile inceledikleri çalışmalarında, %5 düzeyinde gönüllü maksimum kontraksiyonlarda bile elevatör kasların kan akımının arttığını, bu durumunun metabolik ihtiyacı karşılamak ve kasılan kasta metabolik atıkların uzaklaştırılması amacıyla vazomotor sistemin aktive olmasıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Abe ve ark. (2009), çiğneme hareketi esnasında, masseter kasındaki hemodinamik değişimleri inceledikleri çalışmalarında, fonksiyon esnasındaki kastaki deoksijene hemoblobin miktarında artış gözlese de, kan basıncındaki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmiştir. Buna karşın, elektromiyografiyle yapılan değerlendirmelerde sempatik sinir sistemi aktivitesinde artış izlenmiştir. Otonom sinir sistemindeki bu değişim kas kontraksiyonlarına cevap olarak ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmaların sonuçlarını da göz önüne alarak, bizim çalışmamızda çiğneme kaslarında izlenen hacim artışının büyümenin yanı sıra, artan kas aktivitesine bağlı vaskülarizasyon ve kasın kanlanmasıdaki artış ile uzun dönemde kasların tedaviye bağlı adaptasyon ve hipertrofisiyle olabileceğini düşünmekteyiz.

Kasların uzunluk ve genişliklerinde tedavi başında fark olup olmadığı değerlendirildiğinde, m. massetericus uzunluğunun sağ tarafta tüm gün grubunda gece grubuna kıyasla 4.550mm, sol tarafta ise 7.725 mm daha uzun olduğu ve bu farkların sırasıyla $p<0,05$ ve $p<0,01$ düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.8). Tedavi ile gruplarda ortaya çıkan farklar değerlendirildiğinde ise gece grubunda sağ taraf m. massetericus uzunluğu 2.140 mm artışla $p<0,05$ düzeyinde, sol taraf m. massetericus uzunluğu ise 5.328 mm artışla $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır. Yine gece grubunda sol taraf m.pterigoideus medialis kasındaki tedaviyle oluşan 4.153 mm artış $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır (Çizelge 3.29). Gece grubundaki bu artışlar sonucunda tedavi sonu gruplar arası kas uzunluk ve genişliklerine baktığımızda ise sağ taraf m.massetericus uzunluğunun tüm gün grubunda gece grubuna göre $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde fazla olduğunu görmekteyiz (Çizelge 3.18). Tedavi sonu ve tedavi başı farklarına baktığımızda ise gruplar arasında herhangi bir anlamlılık bulunmamıştır (Çizelge 3.14).

Literatürde çeşitli bilim dalları tarafından yapılan bir çok çalışmada asimetrinin doğada yaygın olarak karşımıza çıktığını göstermektedir (Shah ve Joshi, 1978). Thiesen ve ark. (2015). Ağız dışı klinik muayenede simetrik yüz görünümüne sahip 43 hastada yapılan bir çalışmada, hastaların çoğunda iskeletsel asimetrinin bulunduğu; ancak yumuşak dokunun bu asimetriyi maskelemek için adapte olduğu bildirilmiştir (Shah ve Joshi, 1978). Araştırmacılar, hastalardaki ideal oklüzyon ve kabul edilebilir fasiyal estetik varlığında bile yüzün sağ tarafının belirgin olarak sol tarafa göre büyük olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun sebebinin tek taraflı çiğneme fonksiyonu olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak Vig ve Hewitt (1975), yüzün sol yarısının sağ yarısından daha büyük olduğunu saptamışlardır. Dentoalveolar yapıların adaptasyonu, ideal bir çiğneme fonksiyonu

dolayısıyla dengelenmiş kas aktivitesi için gereklidir. Bu denge sağlanamazsa kaslar asimetrik fonksiyon gösterecek ve eklem disfonksiyonları meydana gelebilecektir.

Çalışmamızda yukarıda da bahsettiğimiz gibi tedavi başında gece grubunda istatistiksel olarak anlamlı kas kısalığı mevcuttur. Her ne kadar tedavi sonu verilerinde tüm gün grubu sağ taraf masseter kası uzunluğu gece grubuna göre $p<0,05$ düzeyinde anlamlı fazlalık gösterse de, tedavi sonu ve tedavi başı farklara baktığımızda ise gece grubundaki artışlar istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla olması, fonksiyonel ortopedik tedavi ile kurulan dengeli oklüzyon ve bunun sonucunda oluşacak dengeli fonksiyonlar sonucunda kasların daha uyumlu olarak çalışmaya adapte olması olarak yorumlanabilir. Bu durum Fraenkel ve Fraenkel (2001)'in öne sürdüğü fonksiyonel ortopedik apareylerin bir egzersiz aygıtı olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Apareyler, hatalı fonksiyonları normale döndürerek kassal ve iskeletsel uyumlu bir büyüme ve gelişim yönlendirmesi yapacaktır. Böylece asimetrik ve dengesiz yapı ve fonksiyonların da normalleşmesi sağlanabilecektir.

Aggerwal ve ark. (1999), twin block aygıtının tüm gün kullanımıyla çiğneme kaslarında ortaya çıkan etkiyi 1., 3. ve 6. aylarda EMG ile değerlendirmişlerdir. Araştırmaya göre 6 ay sonunda hem masseter hem temporal kasta hem istirahat konumunda hem diş sıkma durumunda aktivite artışı kaydedilmiş, masseter kasındaki değişim istatistiksel olarak bulunurken, bu artışın temporal kasta daha az olduğu belirtilmiştir. Temporal ve masseter kaslarındaki istirahat konumundaki artışlar, mandibulanın önde konumlanmasına bağlı dengeleyici kasılmalar olarak görülmektedir. Bu sonuçlar Andresen'in protraktör kasların uyarılması fikriyle uyumla birlikte, temporal kasın anterior kısmındaki artış retraktör kas aktivitesinin azaldığı fikrini kısmen reddetmektedir. Araştırmacılara göre, free way space miktarınca mumlu kapanış alınarak hazırlanan aygıtın sert akrilden yapılmış olması, mandibulayı sürekli protruziv konumda tutmakta, elevatör kasların kısalmasına izin vermemekte ve kas içciklerinin kesintisiz kasılı olması, kasılma reseptörlerinin tekrarlayan stimülasyonuna sebep olmaktadır. Dolayısıyla aygıtın

çalışması, kasların ve yumuşak dokuların vizkoelastik özellikleri sebebiyle pasif değil, aktif kas kontraksiyonlarıyla olmaktadır.

Çalışmamızda m. massetericus ve m. pterygoideus medialis kaslarında sadece gece grubunda sol tarafta izlenen farklar ($p<0,01$) anlamlı olarak bulunsa da, her iki grupta bu kasların uzunluklarında değişen düzeylerde artış olduğu izlenmiştir. Gece grubundaki artışın anlamlı olmasını yukarıda da bahsettiğimiz gibi tedavi başındaki dengesiz olan fonksiyonların tedavi ile düzelmesi ve kasların buna adapte olmaya çalışması olarak yorumlamıştık. Retraktör kasların uzunluklarında ortaya çıkan bu artış, Eschler (1952) ve Aggerwal ve ark. (1999)'nın bulgularıyla uyumlu olarak, fonksiyonel apareylerin hasta ağzına uygulanmasıyla, elevatör kasların boyunun uzadığı ve akriliğin varlığına bağlı olarak kısalamadığı dolayısıyla bu kaslardaki aktif kasılmaların aygıtın çalışması üzerine etki gösterdiği sonucunu akla getirmiştir.

Postural hiperpulsorların ratlardaki etkisini 4 hafta boyunca inceleyen Oudet ve Petrovic (1978), fonksiyonel ortopedik tedaviyle lateral pterigoid kas liflerinin yorgunluğa daha dayanıklı hale geldiğini rapor etmiştir. Ancak aygıt çıkarılığında, aygıt tarafından oluşturulan sinyal kesintiye uğramakta ve azalan kas aktivitesi sonucu kondiler kartilajın büyüme hızı da azalmaktadır. Araştırmacılar aygıtın bu sebeple tüm gün kullanımını önermiştir.

Sander (2001b), SII adını verdikleri aygıtlarının, nöromusküler etkilerini inceledikleri çalışmalarında gündüzleri değişen büyüklüklerde açma ve kapama hareketleri yapıldığını, hastaların interoklüzal mesafelerinin ve aktarılan kuvvetlerin tamamen hastanın aktivitelerine bağlı olduğunu, konuşma ya da yüksek sesle okumanın bile nöromusküler adaptasyon için faydalı olacağını, fonksiyonel apareylerin gündüzleri de kullanımın nöromusküler programlama için mutlaka gerekli olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda tüm gün ve gece gruplarında lateral pterigoid kas uzunluğunda tedavi sonunda ve tedavi ile oluşan farklar arasında gruplar arasında herhangi bir fark izlenmemiştir. Bu durum kısmen de olsa fonksiyonel ortopedik aygıtların tüm gün

kullanılması gerekliliği ve kas morfolojisi üzerine etkisinin tüm gün kullanımıyla artacağı fikrini göz ardı etmemize sebep olmuştur.

Fraenkel ve Fraenkel (2001)'e göre, kasların eğitilmediği böyle bir tedavi yönteminde nüks kaçınılmaz olacaktır. Dolayısıyla aygıtın gece takılması nöromusküler davranış üzerine etkisiz olacaktır. Gündüz bilinçli kullanımla, alt çenenin temastan kaçınmak için öne konumlanmasıyla kaslardan beyne duysal bir uyarı gidecek ve tekrarlayan uyarılar beyinde yeni bir kapanış modeli oluşturacaktır.

Çalışmamızda her ne kadar beyin üzerindeki incelemeleri yapmayı ayrı olarak planlamış olsak da sinyal intensitelerine baktığımızda hem tüm gün hem de gece grubunda tedavi ile grey matter ve white matter değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış belirledik (Çizelge 3.26, Çizelge 3.28). Tedavi sonu ile tedavi başı farkları bakımından baktığımızda ise hem grey hem de white matter sinyal intensite artışları tüm gün grubunda gece grubuna göre $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı olarak yüksektir (Çizelge 3.13). Tedavi sonunda ise tüm gün grubunun değer ortalamaları fazla olsa da her iki grup arasında da istatistiksel anlamda bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 3.17). Grey matter beyin nöröl hücre gövdelerinin çoğunu içeren santral sinir sisteminin büyük bir elemanıdır. Beynin kas kontrolünü sağlayan bölümlerinin bir çoğunu, görme, duyma, konuşma, hafıza gibi duysal algılarda da görev almaktadır. White matter ise, grey matter'ın farklı bölgelerinden santral sinir sistemine mesajların iletimini sağlayan dokudur. (Miller ve ark.,1980)

Grey matter ve White matter'daki sinyal intensite değişiklikleri fonksiyonel ortopedik tedavinin nöromusküler karakterini incelemeyi amaçladığımız çalışma açısından önemlidir. Çünkü musküler olarak adaptasyon gerçekleşirken bu bölgelerdeki sinyal intensite artışları, merkezi sinir sisteminin de devreye girdiğini ve ortopedik tedavinin beyin üzerindeki bölgeleri etkileyebileceği ön görüşünü yapmamızı sağlamıştır.

Petrovic (1974); dişler, periodonsiyum, kaslar ve eklemlerde bulunan reseptörlerin uyarılarak merkezi sinir sisteminin devreye girmesiyle birlikte hastada

yeni bir engram oluşacağı ve böylece fonksiyonel ortopedik tedavi ile elde edilen morfolojik değişikliklerin öğrenilmiş fonksiyon tarzı ile ortaya çıkacağını öne sürmüştür.

Fraenkel, bir egzersiz aygıtı olarak tasarladığı Fraenkel 2 aygıtı ile beyinde yeni bir kapanış modeli oluşturarak sınıf II olguları tedavi etmeyi tasarlamıştır. Aparey ağız içindeyken öne alınmış olan mandibula, retrüziv konuma gelmeye çalıştığında aygıt alveol çıkıntılarda basınç ve ağrı algısı oluşturur. Bu algı dişeti ve altındaki periosteum üzerindeki proprioseptörleri aktive eder ve protrüziv kaslar bu rahatsız edici durumu elemine etmek için stimüle olur, alt çeneyi protrüze eder. Çünkü, bir refleks olarak bu rahatsızlık duyusundan kaçmak isteyen mandibula önde konumlanarak bu rahatsızlıktan kurtulacaktır. Sürekli tekrarlanan bu rahatsızlık durumu merkezi sinir sistemi tarafından değerlendirilir ve negatif feedback oluşarak beyinin alt çenenin olması gereken konumunu basınç algısının oluşmadığı en rahat konumunun Sınıf 1 kapanışı olduğunu öğrenebileceği bildirilmiştir (Fraenkel ve Fraenkel 1989).

Bu fikirlerden yola çıkarak, fonksiyonel tedavi sonrasında beyinde meydana gelen değişiklikleri inceleyerek aygıtın nörolojik etkilerini, gece ve tüm gün kullanan bireyler arasında bir fark olup olmadığını fMRI görüntüleme tekniği ile incelemeyi düşündük.

Dinlenme durumundaki (Rest state) fMRI verilerimize göre hem gece hem de tüm gün grubu tedavi sonunda kontrol grubuna göre bir çok parametre açısından istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 3.19, Çizelge 3.20). Anlamlı olan bölgeler genel olarak primer ve supplemeter motor bölgeler, primer duysal korteks, supplemeter duysal korteks, supramarginal gyrus gibi motor hareketlerden gorme ile ilgili bolgelerden, ayna motor nöron sisteminden, iskelet kaslarının koordinasyonundan, konuşma, çiğneme, ısırma hareketlerinin duysal verilerini işleyen sensoryal alanlardan oluşmaktaydı.

fMRI görüntülerinde istatistiksel anlamlılık gösteren bu bölgelere baktığımızda ise; supramarginal gyrus'un dilin algılanması ve işlenmesi ile ilgili olduğunu bunun yanı sıra, diş reseptörleri veya kas içiği reseptörleri gibi dokunsal duyu verilerinin yorumlanmasında, vücut kısımlarının yerinin algılanmasında rol oynadığını gördük. Tedavi grubunda hem gece hem de gündüz aygıt kullanıldığında supramarginal gyrus'ta görülen bu aktivite Fraenkel ve Fraenkel (1989) 'in öne sürdüğü negatif feedback mekanizmasını doğrular nitelikte olduğunu bize düşündürdü. Aygıtın oluşturduğu rahatsızlık hissinden kaçarak sınıf I kapanışa oturan alt çene, supramarginal gyrus'ta aktivasyon meydana getirmiş olabilir. Çünkü vücut refleksi olarak çevrede oluşan değişikliklere hayatta kalabilmek için çok hızlı adaptasyon göstermektedir.

Literatürde supramarginal gyrus'un, motor fonksiyonların çok çabuk değiştirilmesi dahil olmak üzere hareketlerin kontrolünde önemli bir role sahip olduğu rapor edilmiştir (Rice ve ark., 2006; Tunik ve ark., 2007).

Hartwigsen ve ark. (2012), 20 birey üzerinde yaptıkları tekrarlayan transcranial manyetik stimülasyon (rTMS) çalışmasına göre; dorsal premotor korteks ve supramarginal gyrus'un vücut hareketlerinin tekrar programlanmasında birlikte rol aldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca supramarginal gyrus'un hareketlerin tekrar programlanmasında uygun hareketlerin belirlenmesinde yardımcı ve çok çabuk tepki verilmesinde önemli bir rolü olduğu da bildirilmiştir.

Lateral oksipital bölgedeki görme alanları ve lateral oksipital korteks'in simetriyi algılama yetisi önceki araştırmalarda rapor edilmiştir (Cattaneo ve ark., 2011; Bona ve ark., 2014). Bona ve ark. (2015), yaptıkları fMRI çalışmasında lateral oksipital korteks'in yüz asimetrisi saptayamadığını ancak nokta simetrileri belirleyebildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda lateral oksipital korteks istatistiksel olarak anlamlıdır; ancak bu bölgenin görevi olan görme duyusu üzerine herhangi bir inceleme metodu belirlemedik. Yine çalışmamızda anlamlı olan bölgelerden calcarine korteks ve occipital fusiform gyrus da görme merkezlerindendir.

Oksipital lob'da bulunan ve kompleks görüntülerinin tanımlanmasının yanı sıra, insan yüzünün organlarını tanımaktan sorumlu lingual gyrus (McCarthy ve ark.,1999; Machielsen ve ark.,2000) da çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı aktivasyon göstermiştir.

Bunun yanında çalışmamızda anlamlı bulduğumuz bir diğer bölge olan middle temporal gyrus'un fonksiyonu her ne kadar tam olarak bilinmese de , daha önceden tanıdık yüzlerin tanınması olası fonksiyonlarından bir tanesi olarak değerlendirilmiştir (Acheson ve Haggort, 2013).

Bu bölgelerdeki değişimlerin tedavi grubundaki bireylerdeki görme duyusu ve objesel simetrileri algılama kapasitesini geliştirdiği öne sürülebilir; ancak bunun için farklı değerlendirme kriterleri belirlenmelidir.

Middle frontal gyrus ve inferior frontal gyrus'un sol kısmı, lisan bölgesi olarak bilinmektedir. Daha önceki fMRI çalışmaları bu bölgenin lisanları anlama, gramer ve cümle bilgisi, kelimelerin hatırlanması ve kullanımı gibi görevlerde rol aldığı bildirilmiştir (Abrahams ve ark., 2003; Brown ve ark., 2005; Wang ve ark., 2008). Komuta bağlı fMRI görüntüleme sırasında da lisan komutları verildiğinde middle frontal gyrus sürekli olarak aktivasyon göstermiştir (Kamada ve ark., 2007). Martensson ve ark. (2012), 14 gönüllüden oluşan tedavi grubunu kontrol grubuyla karşılaştırdıkları çalışmalarında, 10 aylık süre içinde tedavi grubuna yabancı dil eğitimi verilmiş ve Middle frontal gyrus'ta belirgin aktivasyon artışı bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda Middle frontal gyrus'taki aktivasyon kontrol grubuna göre tedavi grubunda anlamlı bulunmuştur. Fonksiyonel ortopedik tedavi ile gelişmekte olan bireylerde bu bölgedeki aktivasyon artışı ile lisan hakimiyeti geliştirip, yazım ve imla kurallarına uygun tümceler kurabilme yetilerinin gelişeceği öne sürülebilir. Yine planum temporale de lisan ile ilgili olan ve çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlılık göstermiş bir bölgedir. Özellikle Pierre Robin sekansı için ilk olarak kullanılmaya başlayan monoblok gibi aktivatörler ile sendromik bireylerin dile hakimiyetleri geliştirilerek sosyal yaşama adaptasyonu kolaylaştırılabilir.

Supplementer motor korteks (Juxtapositional motor korteks)'in görevleri için dört temel hipotez ortaya konmuştur:

- Yürüme veya ayakta durma esnasında vücut dengesinin korunması (Penfield ve Welch, 1951)
- Birbiri ardına gelen hareketlerin koordinasyonu (Lee ve Quessy, 2003)
- İki elin de kullanıldığı aktivitelerin koordinasyonu (Serrien ve ark., 2002)
- Uyaranlara karşı oluşacak içsel hareketlerin başlatılması (Halsband ve ark., 1994)

Ohnmeiss ve ark. (2014), Andresen aktivatörü ile tedavi ettikleri hastalarda mandibulanın ileri alınması ile sınıf II vakalarda görülen omurga hipelordozunun tedavi sonrası kompanse olduğunu bildirmişlerdir. Vücut dengesinin korunmasında görevli olduğu öne sürülen Supplementer motor kortekste aktivasyon ve vücut postürü üzerinde de düzelme sağlayan aktivatörler ile yapılan fonksiyonel ortopedik tedavi sonrasında, bireylerin motor koordinasyonlarını geliştirebilme ihtimali aklımıza gelmiştir.

Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bulunan bir diğer bölge de angular gyrus'tur. Angular gyrus da lisan, özellikle mecazi anlam içeren ifadelerin anlaşılmasında, matematik yetisi ve kelime olarak "sağ" ve "sol" u ayırt edip bu yönlerin konumunu saptamada görev alan bir bölgedir (Henschen, 1919; Hirnstein ve ark., 2011; Ramachandran ve Hubbard, 2013). Grabner ve ark. (2007) yaptıkları fMRI çalışmasında sol angular gyrus'taki aktivasyon artışı ile bireylerin aritmetik becerilerinin de arttığını rapor etmişlerdir. Chen ve ark. (2012) yine fMRI çalışmasının sonucu olarak angular gyrus'un üç boyutlu ortamlara uyum sağlanmasını artırdığını bildirmişlerdir. Yine fonksiyonel tedavi sonrasında, daha

önce de ön gördüğümüz gibi vücut dengesinin artırılması, lisan kabiliyetlerinin yanında aritmetik kabiliyetlerinin geliştirilmesini de ekleyebiliriz.

Precuneus korteks, bireyin kendi farkındalığında olması, daha önce tecrübe edilmiş işlerin hatırlanması ve bunlarla ilgili detaylara cevap verilmesi, bireyin herhangi bir işi planlarken, hayal ederken veya direkt olarak o işi yaparken odaklanmanın sağlanmasında, ve bilinçli hareketlerin sağlanmasında görev alan bir bölgedir (Kjaer ve ark., 2002; Vogt ve Laureys, 2005; Wallentin ve ark., 2006; Cavanna ve Trimble, 2006). Bölgenin bilinçlilikle ilgisi; beyin lezyonları, epilepsi ve bitkisel hayat durumunda buradaki bozulmaların varlığıyla ilişkilendirilmiştir (Cavanna, 2007). Shin ve ark. (2013) yaptıkları fMRI çalışmasında, panik atağa sahip 11 bireyi incelemişler ve dinlenme durumunda precuneus korteksin panik atak patofizyolojisinde önemli bir rol oynayabileceğini bildirmişlerdir. Bu da yine bölgenin bilinçliliğiyle ilgili bir çalışma niteliğindedir. Ashizuka ve ark. (2015), fMRI ile inceleme yaptıkları çalışmalarında, kibar konuşma esnasında precuneus kortekste seçici aktivasyon rapor etmişlerdir. Buna göre fonksiyonel ortopedik tedavinin fonasyon üzerinde etkili olabileceği, bunun yanında kullandığımız aygıtların nörologlar tarafından modifiye edilerek, bu bölgenin egzersizle aktivasyonu sağlanarak çeşitli nöral bozuklukların tedavisine yardımcı olabileceği düşünülebilir.

Post central gyrus, dokunma duyusunun olduğu primer somatosensor korteks'in bulunduğu bölgedir. Kurz ve ark. (2014), serebral palsili çocukları benzer yaş ve gelişimdeki sağlıklı çocuklarla karşılatırdıkları magnetoensefalografi yöntemiyle inceleme yaptıkları çalışmada, serebral palsili çocuklarda görülen motor performans hatalarının somatosensor korteks ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak Riquelme ve ark.(2013)'ün tavsiye ettiği yoğun sensory egzersiz programının (dokunma, titreşim, dokunarak cisimlerin şekillerini belirleme ve bilinç ve istem dışı oluşan hareketler) serebral palsili çocuklarda bir düzelme oluşturabilecek feedback oluşturacağından emin olmadıklarını da not etmişlerdir.

Frontal pole'un fonksiyonu üzerine fikir birliğine varılamamıştır. Orr ve ark.(2015) yaptıkları çalışmada bu konuyu netleştirmeye çalışmış ve sonuç olarak ;

bu bölgenin posterior görme korteksi ile ilişkili olduğu ve davranışları yönlendirdiğini öne sürmüştür. Araştırmacılar frontal pole'un hedef odaklı davranışların yönlendirilmesinde önemli olarak görev aldığını düşünmektedirler.

Çalışmamızda komuta bağlı fMRI görüntülerinin tedavi sonu tüm gün grubu ile kontrol grubu arasında çiğneme aktivitesi esnasında beyinin belirli bölgelerinde aktivasyon artışı istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 3.21)

Inferior frontal gyrus'un sağ kısmı bir komut gelene kadar süregelen hareketleri kontrol eder (Aron ve ark., 2004) . Örnek olarak "dur" komutu gelene kadar durmadan bir tuşa basılması gibi. Yine bu bölge riskli hareketlerden kaçınmayı da kontrol etmektedir (Christopoulos ve ark., 2009). Çalışmamızda burada görülen aktivasyonun sebebi, bilinçli durumda aygıt ağızdayken oluşan rahatsızlık hissinden kaçınılması için çenenin önde konumlanması ve beyinin çeneyi tekrar geri getirmeye çalıştığı sırada oluşan rahatsızlık hissini "dur" komutu olarak değerlendirmesi olabilir.

Paracingulate gyrus morfolojileri şizofrenik bireylerde, sağlıklı bireylere göre farklılık gösterdiği ancak sol paracingulate gyrus'un sağlıklı bireylerdekine benzediği önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Yücel ve ark., 2002). Garrison ve ark. (2015) 'da buna uyumlu olarak sol paracingulate gyrus'un şizofrenik bireylerdeki asimetrisi sağlıklı bireylere benzer olduğunu rapor etmiştir.

Inferior temporal gyrus; objelerin, yüzlerin ve desenlerin tanımlanmasında görev alan bir bölgedir (Creem ve ark., 2001). Heywood ve ark. (1995) yaptıkları maymun çalışmasında, inferior temporal gyrus'un da içinde bulunduğu beyin bölgelerinin bir çeşit renk körlüğü olan serebral akromatopsi oluşumunda etkili olduğunu bildirmiştir.

Lingual gyrus'un yukarıda bahsettiğimiz kompleks cisimleri tanıma işlevinin yanı sıra özellikle harfleri görme ve tanımada etkilidir. Heath ve ark. (2012),

konuşamayan (afazik) bireyleri kontrol grubuyla karşılaştırdıkları fMRI çalışmasında, afazide hangi bölgelerin etkilendiğini incelemişlerdir. Araştırmacılar afazik bireylerde belirgin olarak az aktivasyon rapor etmişlerdir.

Komuta bağlı olarak gece grubunda ise tedavi sonunda, kontrol grubuna göre ısırma hareketinde istatistiksel olarak anlamlılık gösteren beyin bölgelerine baktığımızda (Çizelge 3.22), Operkular korteks ve supramarjinal gyrus'ta aktivasyon artışları görülmüştür. Supramarjinal gyrus, dinlenme durumundaki istatistiksel anlamlılığından dolayı yukarıda incelenmiştir. Operkular kortekse baktığımızda ise bu bölgede bulunan insular korteks, el-göz koordinasyonunu içeren motor hareketlerde, yutkunma, konuşma, öğrenme gibi aktivitelerde görev alır (Fink ve ark., 1997; Ackermann ve Riecker, 2004; Mutschler ve ark, 2007).

Quintero ve ark.(2013) yaptıkları çalışmada, 29 sağlıklı bireyin fMRI görüntülerini sakız çiğneme komutu esnasında incelemiş, sağ ve sol motor kortekslerde aktivasyon ve postcentral gyrus, cerebellum, cingulate cortex, and precuneus bölgelerinde aktivasyon rapor etmişlerdir. Takahashi ve ark. (2007) çiğneme hareketleri esnasında, supplementary motor cortex, premotor cortex, and superior temporal gyrus'ta aktivasyon artışı bildirmişlerdir. Iida ve ark. (2010) diş sıkma ve yumruk sıkma hareketlerinin beyindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sakız çiğneme gibi izotonik kas hareketlerinin diş sıkma gibi izometrik kas hareketlerine göre beyinde daha geniş alanları aktive edeceğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda diğer araştırmacıların rapor ettiği çiğneme aktivitesi esnasında aktive olan bölgeler, dinlenme durumunda hem gece hem tüm gün gruplarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir. Bu durumu, nöromusküler uyumun sağlanmasını esas alan fonksiyonel ortopedik tedavi süresince aygıt ağızdayken, kaslarda ve alt çenenin pozisyonunda meydana gelen değişikliklerin; fonksiyonları değiştirerek beyinde yeni bir engram oluşturması olarak açıklayabiliriz. Böylece bu yeni engramla hasta dinlenme konumundayken normal pozisyon ve fonksiyonlar tedavi sonrasındaki gibi algılanacaktır.

Lin ve ark. (2017), 26 yaşlı erişkini 26 genç erişkinle karşılaştırdıkları fMRI çalışmasında, çiğneme fonksiyonunu dinlenme durumunda incelemişler ve artan yaşla birlikte fonksiyonlarda azalma meydana geleceği hipoteziyle yola çıkmışlardır. Sonuç olarak, yaşlı bireylerde sensorimotor bölgeler dışındaki diğer bölgeler yardımıyla çiğneme fonksiyonlarını gerçekleştirildiği rapor edilmiştir. Ayrıca yaşlı bireylerdeki çiğneme fonksiyonunun iyi bir şekilde gerçekleşmesi için sensorimotor uyum, dikkatli şekilde kontrol ve moniterizasyon sağlanması gerekliliğini önermişlerdir. Fonksiyonel ortopedik tedaviyle, genç yaştaki bireylerde yalnızca çiğneme fonksiyonu ile ilgili motor bölgeler değil bir çok farklı işlevi olan beyin bölgesinde aktivasyon olduğu çalışmamızda gösterilmiştir. Yaptığımız tedaviyle ileriki yaşlarda meydana gelebilecek olası fonksiyon bozukluklarının önüne geçilmesi sağlanabilir.

Morfometrik analizlere baktığımızda ise beyinin tedavi sonundaki hacim, alan, kalınlık ve kurvatür ölçümlerini içermektedir. Morfometrik analiz bulguları da fMRI sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur ve morfolojik açıdan hem gece hem de tüm gün grubu kontrol grubuna göre hem dinlenme hem de komuta bağlı sonuçlarla benzer bölgeler açısından istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 3.23).

Gece ve tüm gün grubunda morfometrik olarak anlamlı çıkan bölgeler ise genel olarak, görme, kendi farkındalığında olma, objelerin tanımlanması, lisan, matematik becerileri gibi daha önce bahsedilen bölgeleri içermektedir. Ancak morfometrik analiz sonuçları daha çok beyin üzerindeki fiziksel değişiklikleri içerdiğinden bu bölgeler üzerinden tedavi gruplarının birbirleri üzerine üstünlüğünü öne sürmek için daha geniş ve detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Szulc-Lerch ve ark. (2018), yaş ortalamaları 11.5 olan gönüllü 28 çocuk hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, radyasyon tedavisi görmüş beyin tümörüne sahip çocuklarda egzersizin beyin üzerindeki morfolojik değişikliklerini T1 ağırlıklı görüntülerle MRG çalışmasıyla incelemişlerdir. Sonuç olarak, beyin korteksinin kalınlığı ve beyin hacimlerinin ölçüldüğü çalışmada, radyasyon tedavisi görmüş

beyin tümörlü çocuk hastalarda egzersizin beyin yapısı üzerine olumlu etkileri olduğunu öne sürmüşlerdir.

Tezimizi planlarken gece ve tüm gün grupları yapmamızın temel amaçlarından bir tanesi, fonksiyonel ortopedik tedavi esnasında aygıtların bilinçli kullanımının beyin üzerindeki etkilerinin yalnızca gece kullanımından bir farkı olup olmadığını görmekti. Bir başka deyişle gece aygıt kullanımı sonucu meydana gelen düzelmenin dişsel ve iskeletsel düzeyde kalabileceği ve beyinde yeni bir kapanış modeli oluşmayacağını düşünmekteydik. Ancak hem tüm gün hem de gece aygıt kullanan bireylerin beyin fMRI bulguları bu düşüncemizden farklı bir sonuç vermiştir. Gece aygıt kullanımı da birçok parametre açısından beyinde anlamlı değişiklikler yapmıştır. Ancak beyin üzerindeki aktivasyonlara karşın, daha önce de bahsettiğimiz gibi merkezi sinir sisteminin önemli elemanlarından olan grey matter ve white matter sinyal intensitesi değişiklikleri anlamlı derecede tüm gün grubunda fazla bulunurken tedavi sonu değerleri tüm gün grubunda daha fazla olsa da istatistiksel olarak gece grubuna göre anlamlı bir üstünlük göstermemiştir.

Çalışmamızdaki en büyük limitasyon, fMRI incelemelerimiz için hem gece hem de tüm gün gruplarımızdan tedavi başında aldığımız görüntülerimizin sürecimizin ilerleyen safhalarda fMRI esnasındaki metodolojinin değiştirilmesinden ötürü kullanılamaz hale gelmesidir. Bu sebeple 10 kişilik, benzer anomali ve özelliklere sahip bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Tedavi, sonu gece ve tüm gün grubunun beyin üzerindeki değişikliklerinin belirlenebilmesi, kontrol grubundan aldığımız tedavi başı görüntülerinden elde edilen verilerle kıyaslanarak elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

“Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twinblock) Mandibular İlerletme Yapılan Sınıf II Hastalarda; Eklem, Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi" adlı bu klinik sınıf II maloklüzyona sahip 16 birey üzerinde iki araştırma grubu oluşturularak yürütülmüştür. Birinci araştırma grubunda hareketli fonksiyonel apareyler (monoblok/twin block) yemekler hariç gün içinde ve gece kullanılırken, ikinci grupta sadece uyku sırasında kullanılmıştır.

Tedavi başlangıcındaki iskeletsel ve klinik özellikleri birbirine uyumlu olduğu istatistiksel olarak tespit edilen her iki gruptaki hastalarda, yaklaşık 15 aylık tedavi sürecinin ardından elde ettiğimiz klinik ve sefalometrik sonuçlara bakacak olursak:

- Tedavi bitiminde hastaların çoğunda Angle Sınıf 1 molar ilişki elde edilmiş, oklüzyon normalleştirilmiştir.
- Her iki grupta ANB açısı azalmıştır. Başlangıçta normodiverjan olan bireylerde tedavi sonrası yüz yüksekliklerinde değişim izlenmemiştir. Tedavi sonunda GoGn/SN açısındaki değişiklikler istatistiksel olarak anlamsızdır.
- Sınıf II ilişkideki düzelme, tüm gün grubunda mandibulanın sagittal yönde daha ileride konumlanmasıyla ve mandibular boyutlardaki artışla meydana gelmiştir. Gece grubuna ise mandibular boyutlardaki artış anomalinin düzelmesini sağlamıştır. Co-Gn boyutunda tüm gün grubunda 9,44 mm, gece grubunda 7,71 mm artış izlenmiştir. Co-Go ise tüm gün grubunda 5,63 mm, gece grubunda ise 5,54 mm artmıştır ve bu mandibular boyutlardaki bu artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır.
- Maksillar büyüme üzerine tedavinin etkisi sınırlıdır.
- Overjetteki değişime baktığımızda her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı azalma mevcuttur. Overjetteki düzelmenin sebebi özellikle tüm gün grubunda üst keserlerin retrüzyonudur.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ölçümlerini değerlendirecek olursak:

- Tedavi gruplarında T0 (tedavi öncesi) ve T1 (tedavi sonrası), kaslar, temporomandibular eklem diski, retrodiskal doku, grey matter ve white matter'daki sinyal intensite oranları (SIR) ölçülmüştür.
- Fonksiyonel ortopedik tedavi ile her iki grupta da, tüm çiğneme kaslarında (M.Temporalis, M.Masseter, M.Pterigoideus Lateralis ve M.Pterigoideus Medialis) hem sağ hem de sol tarafta SIR artışları istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu artış çiğneme kaslarında tedavi ile adaptif ve yapısal değişikliklerin gerçekleşebileceğini bize düşündürmüştür.
- Discus articularis'in hem anterior hem de posterior bölgesindeki SIR artışları her iki tedavi grubunda da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum bize tedavi başındaki dengesiz fonksiyonların tedavi ile düzelmesi sonucu artiküler diskin de bu duruma uyum sağlaması olarak değerlendirilebilir.
- Retrodiskal dokudaki SIR değerleri de her iki tedavi grubunda istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir.
- Kondiler proses'teki değişiklikler de anterior, posterior, medial ve koronal olarak incelenmiştir. Her iki tedavi grubunda da özellikler posterior ve anterior kısımlarındaki SIR artışları dikkat çekicidir.
- Kas hacimlerine baktığımızda her iki grupta da M.Pterigoideus Medialis, M.Masseter ve M. Pterigoideus Lateralis kas hacimlerinde her iki taraf için de değişen miktarlarda artışlar gerçekleşmiştir.
- Kas uzunluklarını değerlendirdiğimizde, tedavi başında istatistiksel olarak tüm gün grubundaki kaslar gece grubuna göre fazladır.
- Kas genişliklerinde ise her iki grupta da istatistiksel olarak değişiklik görülmemiştir.
- Santral sinir sisteminin önemli elemanlarından olan grey matter ve mesaj iletiminde göre alan white matter SIR değerleri çalışmamızın nöral karakterini desteklemesi açısından önemlidir. Her iki tedavi grubunda da tedaviyle istatistiksel olarak artış gösteren değerler tüm gün grubunda daha fazla artış göstermiş olsa da tedavi sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile fonksiyonel ortopedik tedavinin beyin üzerindeki etkilerini incelemeyi de çalışmamızda amaçladık. Bulgularımızı değerlendirecek olursak:

- Dinlenme durumunda (Rest State), her iki tedavi grubu da kontrol grubuna göre tedavi sonunda beynin bir çok bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) değerleri göstermiştir. Anlamlı olan bölgeler genel olarak primer ve supplementer motor bölgeler, primer duysal korteks, supplementer duysal korteks, supramarginal gyrus gibi motor hareketlerden, görme ile ilgili bölgelerden, ayna motor nöron sisteminden, iskelet kaslarının koordinasyonundan, konuşma, çiğneme, ısırma hareketlerinin duysal verilerini işleyen sensoryal alanlardır.
- Komuta Bağlı (Task State) fMRI görüntülerine baktığımızda ise tüm gün grubunda çiğneme esnasında, gece grubunda ise ısırma esnasında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bölgeler saptanmıştır. Bu bölgelerin genel olarak; süregelen hareketlerin kontrolü, riskli hareketlerden kaçınma, görme, yutkunma, konuşma, öğrenme, el-göz koordinasyonunun sağlanması gibi görevleri vardır.
- Beynin kurvatür, kalınlık, alan ve hacim ölçümleri yapılmıştır, bulgular rest state ve task state verilerine benzer olarak her iki tedavi grubumuzda da kontrol grubuna göre bir çok bölgede istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir.

Fonksiyonel ortopedik tedavinin klinik ve sefalometrik bulguları bir çok çalışmayla gösterilmiştir. Ancak tedavinin başarısı açısından oldukça önem taşıyan nöromusküler etkilerinin de incelenmesi ve bilinmesi önemlidir. Çalışmamızda fonksiyonel ortopedik apareylerin kas ve beyin üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladık. Apareyleri, yalnızca sınıf II maloklüzyonu iskeletsel ve dişsel olarak düzelten basit bir aygıt olarak değerlendirmek yerine bir egzersiz aygıtı olarak düşünürsek, kas adaptasyonu ve çeşitli beyin bölgelerinin aktivasyonunu sağlayarak farklı hastalıkların tedavisi için de kullanılabileceklerini öne sürebiliriz.

ÖZET

Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twinblock) Mandibular İlerletme Yapılan Sınıf II Hastalarda; Eklem, Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı, sınıf II maloklüzyona sahip büyümekte olan bireylerde, fonksiyonel ortopedik tedavi aygıtlarının sefalometrik bulgularının yanında; çiğneme kasları, TME ve beyin üzerindeki etkilerinin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile incelenmesi ve aygıtların tüm gün veya gece kullanımının farklı sonuçlar verip vermediğinin incelenmesidir.

Bu amaçla çalışmaya 16 birey dahil edilmiş ve 8 bireye apareyini yemekler hariç tüm gün, diğer 8 bireye ise sadece gece uyku sırasında kullanmaları istenmiştir. Bunun yanında hastalardan tedavi başında alınan Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleri (fMRI), görüntüleme prosedürünün değiştirilmesinden ötürü beyin incelemeleri açısından kullanılamaz duruma geldiği için tedavi grubundaki 16 bireyin özelliklerine uyumlu 10 adet sınıf II birey çalışmaya dahil edilmiş ve tedavi başındaki fMRI görüntüleri tekrarlanmıştır. Çalışma materyalini tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) 'nda tedavi gruplarından alınan lateral sefalometrik radyograflar, el bilek grafileri, MRG görüntüleri oluşturmaktaydı.

Mandibulanın gelişiminin stimüle edilmesi amacıyla monoblok ve twin block apareyleri kullanılmış olup, maksiller dental arkta genişletme ihtiyacı olan hastalarda twin block tercih edilmiştir. Aktivatörler; apareyin kliniğimizde uygulanış biçimi nedeni ile molarların ilişkisi Sınıf I olacak şekilde imal edilmiştir. Aygıtların vertikal aktivasyonu ise istirahat konumunun 3-4 mm üzerinde olacak şekilde belirlenmiştir.

Sefalometrik değerlere baktığımızda, ANB açısında tüm gün ve gece gruplarında meydana gelen küçülme sırası ile 1.17° ve 1.35° 'dir ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Mandibular boyutlardaki artış her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlıdır. Co-Gn boyutunda tüm gün grubunda 9,44 mm, gece grubunda 7,71 mm artış izlenmiştir. Co-Go ise tüm gün grubunda 5,63 mm, gece grubunda ise 5,54 mm artmıştır. Overjetteki azalma da her iki grupta istatistiksel olarak tedavi başına göre anlamlı ve özellikle tüm gün grubunda diş hareketleri anlamlıdır. Yüz yükseklikleri ve GoGn/SN açısında anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Overbite'a baktığımızda ise overbite'daki azalma tüm gün grubunda istatistiksel olarak anlamlıdır.

MRG bulgularımıza göre ise, çiğneme kasları, retrodiskal doku ve discus articularis'te her iki grupta da sinyal intensite oranlarının (SIR) artışında istatistiksel olarak anlamlı artışlar saptanmıştır. Bu durum fonksiyonel ortopedik tedavi ile yapısal ve adaptif değişikliklerin sonucu olabilir. Kondiler proses'teki SIR değerleri de kondilin farklı bölgelerine olmak üzere artış göstermiştir. Çiğneme kaslarının uzunluklarına baktığımızda ise gece grubunda istatistiksel olarak anlamlı artışlar belirlenmiştir; ancak bu değerler tedavi sonunda tüm gün grubuyla istatistiksel olarak bir fark göstermemiştir. Kas genişlikleri de her iki tedavi grubunda da istatistiksel olarak tedavi başına göre anlamlı artışlar göstermemiştir. Çiğneme kaslarının hacimlerine baktığımızda ise her iki tedavi grubundaki artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görmekteyiz.

fMRI ölçümlerine baktığımızda ise dinlenme durumu ve komuta bağlı BOLD değerlerinde tüm gün ve gece grubu, kontrol grubuna göre birçok bölgede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Konuşma, öğrenme, görme, kas koordinasyonu, primer ve sekonder duysal korteks gibi bölgelerden oluşmaktadır. Beyin hacmi, kurtatürü, kalınlığı ve alandan

oluşan morfometrik ölçümlere baktığımızda ise yine tüm gün ve gece grubu, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı değerlere sahiptir.

Fonksiyonel ortopedik tedavi yalnızca iskelet ve dentoalveolar yapının düzeltiliminin yanında nöromuskuler karakteriyle kaslar ve beyin üzerinde de etkili kompleks bir tedavidir. Tüm gün aygıt kullanımının gece grubuna göre belirgin bir avantajı belirlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler:Beyin, fonksiyonel ortopedik tedavi, kas, manyetik rezonans görüntüleme, Sınıf II, TME.



SUMMARY

Evaluation of Joint, Dentoalveolar Region, Muscle and Brain Cortex Activity of Class II Patients Treated by Removable Functional Appliances For Mandibular Advancement With Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)

The aim of this study is to evaluate the effects of functional orthopedic treatment in growing class II patients on masticatory muscles, TMJ and brain as well as cephalometric findings and to find out whether using the functional appliances whole day or only night has different results or not.

For this reason, we selected 16 patients in our study. 8 patients were instructed to use their appliances whole day except feeding and the other 8 patients were instructed to use during sleep at night. However, the functional magnetic resonance images (fMRI), which were taken at the beginning of the treatment, became unusable due to the changes of imaging procedure in our treatment. So an additional 10 patients of control group with class II malocclusion who had similar characteristics with treatment group was added to our study and fMRI images of these new patients were obtained. The material of this study was the pre treatment (T0) and post treatment (T1) lateral cephalometric radiographs, hand wrist radiographs and MRG images of the treatment group.

For stimulation of the mandible monoblock and twin block appliances were used, if maxillary expansion was needed twin block appliance was preferred. The appliances were produced with the activation until class I molar relationship with the vertical activation of 3-4 mm more than free way space.

The cephalometric evaluations showed that ANB angle was reduced significantly in whole day group and night group with the values of 1.17° ve 1.35° consecutively. The statistically increase in mandibular dimensions was seen in the both treatment groups. Co-Gn was increased 9,44 mm in whole day group and that value was 7,71 mm in night group. Co-Go values were 5,63 mm increase for whole day and 5,54 mm increase for night group. The decrease of overjet was statistically significant in both treatment groups and in whole day group teeth movements were significant. Facial height and the GoGn/SN angle showed no significant changes. When we look at the overbite, the decrease was significant in whole day group.

According to our MRI findings; the signal intensity ratings (SIR) were increased significantly in both treatment groups on masticatory muscles, retrodiscal pad and discus articularis. This can be the result of adaptive and structural changes in these areas after functional orthopedic treatment. Processus Condylaris also showed statistically significant SIR increases in some parts of it in both treatment groups. The length of masticatory muscles showed statistically significant increases in night group; however these values showed no significant changes between groups at the end of the treatment. The width of the muscles also showed no significant increases post treatment in comparison to pre treatment within groups. The volume of the masticatory muscles also showed statistically significant increases in both treatment groups.

When we look at the fMRI measurements, the rest state and task state BOLD values were both showed significant increases in several regions of brain in comparison to control group such as speech, learning, muscle coordination, primary and secondary sensory

cortexes. The morphometric measurements (volume, thickness, area and meancurve) also showed statistically significant increases in treatment groups compared to control group.

Functional orthopedic treatment not only corrects the skeletal and dentoalveolar structures. At the same time, with its noromuscular character, it is a complex treatment with an effect on muscles and brain. Whole day usage of appliances did not show any significant effects compared to night group.

Key Words: Class II, functional orthopedic treatment, magnetic resonance imaging, TMJ, muscle, brain



KAYNAKLAR

- ABE N, YASHIRO K, HIDAKA O, TAKADA K. (2009). Influence of gum-chewing on the haemodynamics in female masseter muscle. *Journal of Oral Rehabilitation*,**36**: 240-249.
- ABERNETHY PJ, THAYER R, TAYLOR AW. (1990). Acute and chronic responses of skeletal muscle to endurance and sprint exercise: a review. *Sports Medicine*,**10**:365–389.
- ABRAHAMS S, GOLDSTEIN LH, SIMMONS A, BRAMMER MJ, WILLIAMS SC, GIAMPIETRO VP, ANDREW CM, LEIGH PN. Functional magnetic resonance imaging of verbal fluency and confrontation naming using compressed image acquisition to permit overt responses. *Hum Brain Mapp.* 2003 Sep;**20**(1):29-40.
- ACHESON DJ, HAGOORT P. (2013). Stimulating the brain's language network: syntactic ambiguity resolution after TMS to the inferior frontal gyrus and middle temporal gyrus. *J Cogn Neurosci.* 25 (10): 1664–77
- ACKERMANN H, RIECKER A (2004). The contribution of the insula to motor aspects of speech production: a review and a hypothesis. *Brain Lang.* 89 (2): 320–8.
- ADAMS RG, HATHER BM, BALDWIN KM, DUDLEY GA. (1993). Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *Journal of Applied Physiology.* **74**: 911-915.
- AGGARWAL P, KHARBANDA OP, MATHUR, R, DUGGAL R, PARKASH H. (1999). Muscle response to the twin-block appliance: an electromyographic study of the masseter and anterior temporal muscles. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**116**:405-414.
- AHLGREN J. (1978). Early and late electromyographic response to treatment with activators. *Am. J. Orthod.*,**74**: 88-93.
- AHLGREN JG, INGERVALL BF, THILANDER BL. (1973). Muscle activity in normal and postnormal occlusion. *Am. J. Orthod.*,**64**: 445-456.
- AKSOY S, ORHAN K. (2010). Manyetik rezonans görüntülemenin dento maksillofasiyal bölgedeki kullanım alanları. *Türkiye Klinikleri J. Dental Sci-Special Topics*,**1**: 44-57.
- ALTENBURGER E, INGERVALL B. (1998). The initial effects of the treatment of Class II, division 1 malocclusions with the van Beek activator compared with the effects of the Herren activator and an activator-headgear combination. *Eur. J. Orthod.*,**20**: 389-397.
- ALTUĞ Z, BAYAZIT Z, İŞERİ H, GÖGEN H. (1989). Aktivatör+oksipital headgear uygulanan vakalarda yüzün dik yön boyutlarında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi. *Türk Ortodonti Dergisi*,**2**: 254-260.
- ALTUĞ Z, ÖZDİLER E. (1989). K1 II, 1 Tedavisinde Farklı İki Fonksiyonel ve Bir Sabit Mekanik Tedavinin Karşılaştırılması. *A.Ü. Diş. Hek. Fak. Dergisi.* 3: 281-88
- ANDRESEN V, HÄUPL K, PETRIK L. (1957). *Funktionskieferorthopädie.* Sixth Edition. Johann Ambrosium Barth, Munich.

- ANDRESEN V, HÄUPL K. (1936). *Funktionskieferorthopädie: die grundlandgen des 'norwegischen systems'*. Second Edition. H. Mausser, Leipzig.
- ANDRESEN V. (1910). Beitrag zur retention. *Z Zahnärztl. Orthop.*,**3**:121-126.
- ANDRESEN V. (1936). Über das sogenannte 'norwegische system der funktionskieferorthopädie'. *Dtsch. Zahnartz. Wochenschr.*,**39**: 235-253.
- ANGLE EH. (1899). Classification of malocclusion. *Dental Cosmos*,**41**, 248- 264.
- ANGLE EH. (1907). Treatment of Malocclusion of the Teeth. 7th ed. Philadelphia, SS White.
- ARAT ZM, ISERI H, OZDILER E, GURBUZ F. (1988). Zeitfaktor bei funktioneller behandlung der skekettalen klasse II. *Inf. Kieferorthop.*,**3**: 363-376.
- ARON AR, ROBBINS TW, POLDRACK RA (2004). "Inhibition and the right inferior frontal cortex". *Trends Cogn Sci.* 8 (4): 170–177.
- ASHIZUKA A, MIMA T, SAWAMOTO N, ASO T, OISHI N, SUGIHARA G, KAWADA R, TAKAHASHI H, MURAI T, FUKUYAMA H. Functional relevance of the precuneus in verbal politeness. *Neurosci Res.* 2015 Feb;**91**:48-56.
- AST DB, CARLOS JP, CONS DC. (1965). Prevalence and characteristics of malocclusion among senior high school students in up-state New York. *Am. J. Orthod.Dentofacial Orthop.*,**51**: 437-445.
- BACCETTÌ T, FRANCHI L, TOTH LR, McNAMARA JA Jr. (2000). Treatment timing for twin-block therapy.*Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**118**: 159-170.
- BACCETTÌ T, FRANCHI L, McNAMARA JA Jr, TOLLARO I. (1997) Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**111**:502-509.
- BARKHOF F, HALLER S, ROMBOUTS SA. Resting-state functional MR imaging: a new window to the brain. *Radiology.* 2014;**272**:29–49.
- BIRKEBAEK L, MELSEN B, TERP SA. (1984). Laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. *Eur. J. Orthod.*,**6**:257-266.
- BISHARA SE, JAKOBSEN BS, VORHIES B, BAYATI P. (1997) Changes in dentofacial structures in untreated class II division 1 and normal subjects: A longitudinal study. *Angle Orthod.*,**67**: 55-66.
- BISHARA SE, ZIAJA RR. (1989). Functional appliances: a review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**95**:250-258.
- BISHARA SE. (2006) Class II Malocclusions: Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. *Seminars in Orthodontics*,**12**: 11-24.
- BJÖRK A, SKIELLER V. (1972). Facial development and tooth eruption, *Am. J. Orthod.*,**62**:339-383.

- BJÖRK A. (1951). The principle of the Andresen method of orthodontic treatment; a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases, *Am. J. Orthod.*,**37**: 437-458.
- BJÖRK A. (1972). Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans. Eur. Orthod. Soc.*,**48**: 61-74.
- BONA S, CATTANEO Z, SILVANTO J.(2015). The causal role of the occipital face area (OFA) and lateral occipital (LO) cortex in symmetry perception. *J Neurosci.* Jan 14;35(2):731-8.
- BONA S, HERBERT A, TONEATTO C, SILVANTO J, CATTANEO Z (2014) The causal role of the lateral occipital complex in visual mirror symmetry detection and grouping: an fMRI-guided TMS study. *Cortex* 51:46–55
- BROWN MA, SEMELKA RC. (1999). MRI: Basic Principles and Applications. Second Edition. Wiley-Liss, Ltd, New York.
- BROWN TT, LUGAR HM, COALSON RS, MIEZIN FM, PETERSEN SE, SCHLAGGAR BL. Developmental changes in human cerebral functional organization for word generation. *Cereb Cortex.* 2005;15:275–290.
- BUSHONG SC. (1984). Radiologic Science for Technologists. In: *Physics, Biology, and Protection*. Third edition, C.V. Mosby Co., St Louis. 387-412.
- CATTANEO Z, MATTAVELLI G, PAPAGNO C, HERBERT A, SILVANTO J (2011) The role of the human extrastriate visual cortex in mirror symmetry discrimination: a TMS-adaptation study. *Brain Cogn* 77:120–127
- CAVANNA A, TRIMBLE M (2006). The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain.* 129 (Pt 3): 564–83
- CAVANNA AE (2007). The precuneus and consciousness. *CNS spectrums.* 12 (7): 545–52.
- CECERE F, RUF S, PANCHERZ H. (1996). Is Quantitative Electromyography reliable? *J. Orofac. Pain*,**10**:38-47.
- CHANG HF, WU KM, CHEN KC. (1989). Effects of activator treatment on class II, division 1 malocclusion. *J. Clin. Orthod.*,**6**: 560-63.
- CHARLIER JP, PETROVIC A, STUTZMANN J. (1969). Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Am. J. Orthod.*,**55**:71–74.
- CHAVAN SJ, BHAD WA, DOSHI UM. (2014). Comparison of temporomandibular joint changes in twin block and bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Progress in Orthodontics*,**15**:57-63.
- CHEN Q, WEIDNER R, VOSSEL S, WEISS PH, FINK GR (2012). Neural mechanisms of attentional reorienting in three-dimensional space. *J Neurosci.* 32 (39): 13352–62
- CHRISTOPOULOS GI.; TOBLER PN.; BOSSAERTS P.; DOLAN RJ.; SCHULTZ W. (2009). "Neural correlates of value, risk, and risk aversion contributing to decision making under risk". *J Neurosci.* 29 (40): 12574–83

- CHUNG CH, WONG WW. (2002). Craniofacial growth in untreated skeletal Class II subjects: a longitudinal study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**122**:619- 626.
- CLARK WJ. (1982). The twin block traction technique. *Eur. J. Orthod.*,**4**:129-138.
- CLARK WJ. (1997). The twin block technique. In: *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances*. Second Edition. Ed: Graber, T.M., Rakosi, T., Petrovic, A.G. Mosby Company, St. Louis. Chapter 13.
- COURTNEY M, HARKNESS M, HERBISONP. (1996). Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**109**:616-624.
- COZZA P, BACCETTI T, FRANCHI L, DE TOFFOL L, McNAMARA JA JR. (2006). Mandibular changes produced by functional appliances in Class II malocclusion: a systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**129**:599-612.
- COZZA P, DE TOFFOL L, COLAGROSSI S. (2004b). Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. *Eur. J. Orthod.*,**26**:293-302.
- COZZA P, DE TOFFOL L, IACOPINI L. (2004a). An analysis of the corrective contribution in activator treatment. *Angle Orthod.*,**74**:741-748.
- CREEM ,SARAH H.; PROFFITT, DENNIS R. (2001). Defining the cortical visual systems: "What", "Where", and "How. *Acta Psychologica*. 107: 43–68.
- De ALMEIDA MR, HENRIQUES JF, URSI W. (2002). Comparative study of the Fränkel (FR-2) and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**121**:458-466.
- DERMAUT LR, DEREYNDE VF, PAUW G. (1992). Skeletal and dentoalveolar changes as a result of headgear activator therapy related to different vertical growth patterns. *Eur. J. Orthod.*,**14**: 140-146.
- DeVINCENZO JP, WINN MW. (1989). Orthopedic and orthodontic effects resulting from the use of a functional appliance with different amounts of protrusive activation. *Am. J. Orthod.*,**96**: 181-190
- DEWEL BF. (1964). Objectives of mixed dentition treatment in orthodontics. *Am. J. Orthod.*,**50**: 504-520.
- DIBBETS JM. (1996). Morphological associations between the Angle classes. *Eur. J. Orthod.*,**18**:111-118.
- DİNÇER M. (1994). Dış kolları farklı açıldırılmış oksipital headgear-aktivatör kombinasyonlarının dentofasiyal yapıya etkilerinin incelenmesi. *Türk Ortodonti Dergisi*,**2**: 89-99.
- DORUK C, GÖYENÇ BY. (1999). Geç dönem Angle sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde fonksiyonel tedavinin değerlendirilmesi. *Cumh. Üniv. Diş Hek. Fak. Dergisi*,**2**: 64-70.

- DU X, HAGG U, RABIE AB. (2002). Effects of headgear Herbst and mandibular step-by-step advancement versus conventional Herbst appliance and maximal jumping of the mandible. *Eur. J. Orthod.*,**24**:167-174.
- DU X, HAGG U. (2003). Muscular Adaptation to Gradual Advancement of the Mandible. *Angle Orthod.*,**73**:525-531.
- EASTON JW, CARLSON DS. (1990). Adaptation of the lateral pterygoid and superficial masseter muscles to mandibular protrusion in the rat. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**97**:149-158.
- ELGOYHEN JC, MOYERS RE, MCNAMARA JA Jr, RIOLO ML. (1972). Craniofacial adaptation of protrusive function in young rhesus monkeys. *Am. J. Orthod.*,**62**:469-480.
- ESCHLER J. (1952). Die funktionelle Orthopadie des Kausystems, München, C. Hauser. Alınmıştır: AHLGREN J. (1978). Early and late electromyographic response to treatment with activators. *Am. J. Orthod.*,**74**:88-93.
- FINK GR, FRACKOWIAK RS, PIETRZYK U, PASSINGHAM RE (April 1997). Multiple nonprimary motor areas in the human cortex. *J. Neurophysiol.* 77 (4): 2164-74
- FISK GV, CULBERT MR, GRAINGER RM, HEMREND B, MOYERS R. (1953). The morphology and physiology of distoclusion. *Am. J. Orthod.*,**35**: 3-12.
- FRANCHI L, PAVONÍ IC, FALTIN Jr K, MCNAMARA JA Jr, COZZA P. (2013). Long-term skeletal and dental effects and treatment timing for functional appliances in Class II malocclusion. *Angle Orthod.*,**83**: 334-340.
- FRANCO AA, YAMASHITA HK, LEDERMAN HM, CEVIDANES LHS, PROFFIT WR, VIGORITO JW. (2002). Fraenkel appliance therapy and the temporomandibular disc: A prospective magnetic resonance imaging study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**121**:447-457.
- FRÄNKEL R, FRÄNKEL C. (2001). Clinical implication of Roux's concept in orofacial orthopedics. *J. Orofac. Orthop.*,**62**:1-21.
- GARNER LD, BUTT MH. (1985). Malocclusion in Black Americans and Nyeri Kenyans. *Angle Orthod.*,**55**: 139-146.
- GARRISON JR, FERNYHOUGH C, McCHARTHY-JONES S, HAGGARD M; Australian Schizophrenia Research Bank, Simons JS. Paracingulate sulcus morphology is associated with hallucinations in the human brain. *Nat Commun.* 2015 Nov 17;6:8956.
- GLASS DF. (1961). Bone deformation caused by external pressures. *Trans. Eur. Orthod. Soc.*,**37**: 302-310.
- GOTO TK, TOKUMORI K, NAKAMURA Y, YAHAGI M, YUASA K, OKAMURA K, KANDA S. (2002). Volume Changes in Human Masticatory Muscles between Jaw Closing and Opening. *J. Dent. Res.*,**81**: 428-432.
- GÖGEN H, PARLAR Ş. (1989). Aktivatör ve aktivatör+oksipital headgear ile tedavi edilen iskeletsel kl 2 anomalili vakalarda yüz profilinde görülen değişiklikler. *Türk Ortodonti Dergisi*,**2**: 299-306.

- GRABER TM. (2000). Functional Appliances. In: *Orthodontics, Current Principles and Techniques*. Third Edition. Ed: Graber T.M., Vanarsdall Jr. R.L. Mosby Company, St. Louis. Chapter 10.
- GRABER TM. (2005). Functional Appliances. In: *Orthodontics, Current Principles and Techniques*. Fourth Edition. Ed: Graber T.M., Vanarsdall Jr. R.L., Vig K.V.L. Mosby Company, St. Louis. Chapter 12.
- GRABNER RH, ANSARI D, REISHOFER G, STERN E, EBNER F, NEUPER C (2007). "Individual differences in mathematical competence predict parietal brain activation during mental calculation". *NeuroImage*. 38 (2): 346–56.
- GRUDE R. (1952). Myo-functional therapy; a review of various cases some years after their treatment by the Norwegian system had been completed. *Nor Tannlaegeforen Tid*, **62**: 1-7.
- GUNER DD, OZTURK Y, SAYMAN HB. (2003). Evaluation of the effects of functional orthopedic treatment on temporomandibular joints with single-photon emission computerized tomography. *Eur J Orthod*, **25**:9–12.
- GÜNEY V, ALTUĞ Z. (2009) Sınıf II Bölüm I Vakaların Tedavisine Yeni Ve Farklı Bir Yaklaşım: Smart Apareyi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- HALSBAND U, MATSUZAKA Y, TANJI J. (1994). "Neuronal activity in the primate supplementary, pre-supplementary and premotor cortex during externally and internally instructed sequential movements". *Neurosci. Res*. 20 (2): 149–155
- HANDAC, TAMAOKİS, NARUTOMİM, KAJİİ TS, İSHİKAWAH. (2013). Evaluation of effects of activator treatment on mandibular growth by analyzing components of condylar growth and mandibular rotation. *Orthodontic Waves*, **73**:17–24.
- HANSENK, PANCHERZ H, HÄGG U. (1991). Long-term effects of the Herbst appliance in relation to the treatment growth period: a cephalometric study. *Eur. J. Orthod*, **13**:471-481.
- HARMS SE, WILK RM, WOLFORD LM, CHIELES DG, MILAM SB. (1985) The temporomandibular joint: Magnetic resonance imaging using surface coils. *Radiology*, **157**:133-6.
- HARTWIGSEN G, BESTMANN S, WARD NS, WOERBEL S, MASTROENI C, GRANERT O, SIEBNER HR. Left dorsal premotor cortex and supramarginal gyrus complement each other during rapid action reprogramming. *J Neurosci*. 2012 Nov 14; **32**(46):16162-71a
- HARVOLD EP, VARGERVIK K. (1971). Morphogenetic response to activator treatment. *Am. J. Orthod*, **60**:478-490.
- HARVOLD EP. (1974) The activator in interceptive orthodontics. First edition. Mosby Company, St. Louis.
- HEATH S, McMAHON KL, NICKELS L, ANGWIN A., MACDONALD AD, VAN HEES S, COPLAND DA. (2012). Neural mechanisms underlying the facilitation of naming in aphasia using a semantic task: an fMRI study. *BMC Neurosci*, **13**(1), 98

- HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN S, SKIELER V, BJÖRK A. (1976). Reifung des handskeletts bezogen auf das maximale grössen-wachstum des körpers in der pubertät. *Inf. Kieferorthop.*,**2**:51-72.
- HENSCHEN SL (1919). On language, music and calculation mechanisms and their localisation in the cerebrum. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*. 52: 273–298.
- HEREK D, KARABULUT N. (2010). Manyetik Rezonans Görüntüleme. *TTD Toraks Cerrahisi Bülteni*. 3: 214-222
- HERREN P. (1959). Activator's mode of action. *Am. J. Orthod.*,**45**:512-527.
- HEYWOOD CA, GAFFAN D, COWEY A (1995). Cerebral Achromatopsia in Monkeys. *European Journal of Neuroscience*. 7: 1064–1073
- HINTON RJ, McNAMARA JA Jr. (1984). Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Eur. J. Orthod.*,**6**:155-174.
- HIRNSTEIN M; BAYER U; ELLISON A; HAUSMANN M (2011). TMS over the left angular gyrus impairs the ability to discriminate left from right. *Neuropsychologia*. 49 (1): 29–33.
- HIRZEL HC, GREWE JM. (1974) Activators: a practical approach. *Am J Orthod.*,**66**: 557–570.
- HIYAMA S, KURIBAYASHI G, ONO T, ISHIWATA Y, KURODA T. (2002). Nocturnal masseter and suprahyoid muscle activity induced by wearing a bionator. *Angle Orthod.*,**72**:48-54.
- HIYAMAS, ONOT, ISHIWATAY, KURODA T, McNAMARA JA Jr. (2000). Neuromuscular and skeletal adaptations following mandibular forward positioning induced by the Herbst appliance. *Angle Orthod.*,**70**:442-453.
- HUETTEL SA, SONG AW, MCCARTHY G. (2009), Functional Magnetic Resonance Imaging (2 ed.), Massachusetts: Sinauer, ISBN 978-0-87893-286-3
- IIDA T, KATO M, KOMIYAMA O, SUZUKI H, ASANO T, KUROKI T, KANEDA T, SVENSSON P, KAWARA M. Comparison of cerebral activity during teeth clenching and fist clenching: a functional magnetic resonance imaging study. *Eur J Oral Sci*. 2010 Dec;**118**(6):635-41
- INGERVALL B, THUER U. (1991). Temporal muscle activity during the first year of Class II, division 1 malocclusion treatment with an activator. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**99**:361-368.
- JACOB HB, BUSCHANG PH. (2014). Mandibular growth comparisons of Class I and Class II division 1 skeletofacial patterns. *Angle Orthod.*,**84**: 755-761.
- JACOBS T, SAWAENGKIT P. (2002). National Institute of Dental and Craniofacial Research efficacy trials of bionator class II treatment: a review. *Angle Orthod.*,**72**:571-575.
- JACOBSSON SO, PAULIN G. (1990). The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. *Eur. J. Orthod.*,**12**: 174-184.

- JACOBSSON SO. (1967). Cephalometric evaluation of treatment effect on class II, division 1 malocclusions. *Am. J. Orthod.*, **53**: 446-456.
- JANSON G, DE CARVALHO D, HENRIQUES JFC, DE FREITAS MR, NEVES LS. (2004). Stability of class II, division 1 treatment with the headgear-activator combination followed by the edgewise appliance. *Angle Orthod.*, **74**: 594-604.
- JARABAK JR, FIZZEL JA. (1972). Technique and treatment with light wire appliances. Second Edition. Mosby Company, St. Louis.
- JOHNSTON LE. (1996). Functional appliances: a mortgage on mandibular position. *Aust. Orthod. J.*, **14**:154-7.
- KAMADA K, SAWAMURA Y, TAKEUCHI F. Expressive and receptive language areas determined by a non-invasive reliable method using functional magnetic resonance imaging and magnetoencephalography. *Neurosurgery* 2007; 60: 296-305.
- KANNUS P, JOZSA L, RENSTRÖM P, JÄRVINEN M, KVIST M, LEHTO M (1992). The effects of training, immobilization, and remobilization on musculoskeletal tissue. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, **2**:100–118.
- KANTOMAA T, HALL BK. (1991). On the importance of cAMP and Ca^{++} in mandibular condylar growth and adaptation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, **99**:418-426.
- KARWETZKY R. (1967). U-bügel Aktivator. *Fortschr. Kieferorthop.*, **28**:429-431. Alınmıştır: ÖZDİLER E. (1991). Fonksiyonel tedavinin kondilin ön-arka yön konumuna etkisi. *Türk Ortodonti Dergisi*, **4**:55-64.
- KELLY JE., HARVEY C. (1977). An assessment of the teeth of youths 12-17 years. Washington, DC: National Center for Health Statistics. DHEW Publication No (HRA) 77-1644.
- KERR WJ, HIRST D. (1987). Craniofacial characteristics of subjects with normal and postnormal occlusions—a longitudinal study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, **92**: 207-212.
- KHOJA A, FIDA M, SHAIKH A. (2016). Cephalometric evaluation of the effects of the Twin Block appliance in subjects with Class II, Division 1 malocclusion amongst different cervical vertebral maturation stages. *Dental Press J. Orthod.*, **21**: 73-84.
- KILIARIDIS S, MILLS CM, ANTONARAKIS GS. (2010). Masseter muscle thickness as a predictive variable in treatment outcome of the twin-block appliance and masseteric thickness changes during treatment. *Orthod Craniofac Res.*, **13**:203–213.
- KIM YJ, KUBOKI T, TSUKIYAMA Y, KOYANO K, CLARK GT. (1999). Haemodynamic changes in human masseter and temporalis muscles induced by different levels of isometric contraction. *Archives of Oral Biology*, **44**:641-650.
- KING EW. (1960). Variations in profile change and their significance in timing treatment. *Angle Orthod.*, **30**: 141-153.
- KING GJ, KEELING SD, HOCEVAR RA, WHEELER TT. (1989). The timing of treatment for Class II malocclusions in children: a literature review. *Angle Orthod.*, **60**: 87-97.
- KINGSLEY NW. (1880). *Oral Deformities*. Appleton & Son Co., New York.

- KJAER TW, NOWAK M, LOU HC (2002). Reflective self-awareness and conscious states: PET evidence for a common midline parietofrontal core. *NeuroImage*. 17 (2): 1080–6.
- KOMADA T, NAGANAWA S, OGAWA H, MATSUSHIMA M, KUBOTA S, KAWAI H, FUKATSU H, IKEDA M, KAWAMURA M, SAKURAI Y, MARUYAMA K. (2008). Contrast-enhanced MR Imaging of Metastatic Brain Tumor at 3 Tesla: Utility of T1-weighted SPACE Compared With 2D Spin Echo and Gradient Echo Sequence. *Magn. Reson. Med. Sci.*, 7: 13-21.
- KONEZ O. (1995). Manyetik Rezonans Görüntüleme. 1.Baskı. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- KURZ MJ, HEINRICHS-GRAHAM E, ARPIN DJ, BECKER KM, WILSON TW. Aberrant synchrony in the somatosensory cortices predicts motor performance errors in children with cerebral palsy. *J Neurophysiol*. 2014 Feb;111(3):573-9.
- LAGERSTRÖM LO, NIELSEN IL, LEE R, ISAACSON RJ. (1990). Dental and skeletal contributions to occlusal correction in patients treated with the high-pull headgear-activator combination. *Am. J. Orthod.*,97: 495-504.
- LEE D. & QUESSY S (2003). Activity in the supplementary motor area related to learning and performance during a sequential visuomotor task. *J. Neurophysiol*. 89: 1039–1056
- LEUNG DK, HAGG U. (2001). An electromyographic investigation of the first six months of progressive mandibular advancement of the Herbst appliance in adolescents. *Angle Orthod.*,71:177-184.
- LEUNG FY, RABIE AB, HAGG U. (2004). Neovascularization and bone formation in the condyle during stepwise mandibular advancement. *Eur. J. Orthod.*,26:137-141.
- LIN CS, WU CY, WU SY, LIN HH, CHENG DH, LO WL. Age-Related Difference in Functional Brain Connectivity of Mastication. *Front Aging Neurosci*. 2017 Apr 3;9:82.
- LOGOTHETIS NK. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature*, 453 (7197): 869–78
- LUDER HU. (1982). Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. *Am. J. Orthod.*,81:390-396.
- LUND DI, SANDLER PJ. (1998). The effects of Twin Blocks: a prospective controlled study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,113:104-110.
- LUNDSTROM A, WOODSIDE DG. (1983). Longitudinal changes in facial type in cases with vertical and horizontal mandibular growth directions. *Eur. J. Orthod.*,5:259-268.
- MACHIELSEN WC, ROMBOUTS SA, BARKHOF F, SCHELTENS P, WITTER MP (2000). FMRI of visual encoding: reproducibility of activation. *Hum Brain Mapp*. 9(3), 156-164.
- MARTENSSONJ, ERIKSSONJ, BODAMMER NC, LINDGREN M, JOHANSSON M, NYBERG L, LOVDEN M. Growth of language-related brain areas after foreign language learning. *Neuroimage*. 2012 Oct 15;63(1):240-4

- McCARTHY G, PUCE A, BELGER A, ALLISON T (1999). Electrophysiological studies of human face perception. II: Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cereb Cortex*. 9 (5): 431–44.
- MCLAİN JB., PROFFİT WR (1985). Oral health status in the United States: prevalence of malocclusion. *J. Dent. Educ.*, 49: 386-396.
- MCNAMARA JA Jr, BRYAN FA. (1987). Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in *Macaca mulatta*. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 92:98-108.
- MCNAMARA JA Jr, CARLSON DS. (1979). Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am. J. Orthod.*, 76:593-611.
- MCNAMARA JA Jr, HİNTON RJ, HOFFMAN DL. (1982). Histological analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Am. J. Orthod.*, 82:288–298.
- MCNAMARA JA Jr, HOWE RY, DISCHINGER TG. (1990). A comparison of the Herbst and Fraenkel appliances in the treatment of class II malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 98: 134-144.
- MCNAMARA JA Jr, PETERSON JE Jr, ALEXANDER RG. (1996). Three dimensional diagnosis and management of class II malocclusion in the mixed dentition. *Semin. Orthod.*, 2:114-137
- MCNAMARA JA Jr. (1973). Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 64: 578-606.
- MCNAMARA JA Jr. (1980). Functional determinants of craniofacial size and shape. *Eur J Orthod.*, 2:131–159.
- MCNAMARA JA Jr. (1981). Components of class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.*, 51:177-202.
- MILLER AK, ALSTON RL, CORSELLIS JA (1980). Variation with age in the volumes of grey and white matter in the cerebral hemispheres of man: measurements with an image analyser. *Neuropathology and Applied Neurobiology*. 6 (2): 119–32.
- MILLS CM, MCCULLOCH KJ. (2000). Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the Twin Block appliance. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 118:24-33.
- MIRALLES R, BERGER B, BULL R, MANNS A, CARVAJAL R. (1988) Influence of the activator on electromyographic activity of mandibular elevator muscles. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 94:97-103.
- MOORE KL, DALLEY AF, AGUR AMR. Moore Clinically Oriented Anatomy, 8th ed. Wolters Kluwer, 2018
- MORRIS DO, ILLING HM, LEE RT. (1998). A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part II--The soft tissues. *Eur. J. Orthod.*, 20:663-684.

- MOSS ML, SALENTIYN L. (1969).The primary role of functional matrices in facial growth. *Am. J. Orthod.*,**55**:566-77.
- MOSS ML. (1968).The primacy of functional matrices in orofacial growth. *Trans. Br. Soc. Study Orthod. Dent. Pract.*,**19**:65-73.
- MS, STANTON FL. (1936). Various types of occlusion and amounts of overbite in normal and abnormal occlusion between two and twelve years. *Int. J. Orthod.*,**22**: 549-669.
- MUTSCHLER I, SCHULZE-BONHAGE A, GLAUCHE V, DEMANDT E, SPECK O, BALL T (2007). Fitch T, ed. A rapid sound-action association effect in human insular cortex. *PLoS ONE*. 2 (2): e259
- NEBİOĞLU-DALCI Ö, KÖKLÜ A. (2007)Dynamax apareyinin ortopedik ve ortodontik etkilerinin klas II, divizyon 1 aktivatörü ile karşılaştırmalı incelemesi-retrospektif çalışma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- NELSON C, HARKNESS M, HERBISON P. (1993). Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**104**:153- 161
- NGAN PW, BYCZEK E, SCHEİCK J. (1997). Longitudinal evaluation of growth changes in Class II division 1 subjects. *Semin. Orthod.*,**3**:222-31.
- NOVRUZOV Z, ÖZDİLER FE. (2006)KL II Divizyon 1 Tedavisinde Kullanılan Aktivatörlerin Kafa Tabanı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- NUCERAR, GIUDICE A, RUSTICO L, MATARESE G,PAPADOPOULOS MA, CORDASCO G. (2016). Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on maxillary growth in the short term: A systematic review and meta-analysis. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**149**: 600-611.
- O'BRIEN K, WRIGHT J, CONBOY F, SANJIE Y, MANDALL N, CHADWICK S, CONNOLLY I, COOK P, BIRNIE D, HAMMOND M, HARRADINEN, LEWIS D, MCDADEC, MITCHELL L, MURRAY A, O'NEILL J, READ M, ROBINSON S, ROBERTS-HARRY D, SANDLER J, SHAW I. (2003). Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: A multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**124**: 334-343.
- OHNMEİß M, KINZINGER G, WESSELBAUM J, KORBMACHER-STEINER HM. Therapeutic effects of functional orthodontic appliances on cervical spine posture: a retrospective cephalometric study. *Head Face Med*. 2014 Mar 24;**10**:7.
- ORHAN K, DELİLBAŞI Ç, PAKSOYCS. (2009). Magnetic resonance imaging evaluation of mandibular condyle bone marrow and temporomandibular joint disc signal intensity in anaemia patients. *Dentomaxillofac. Rad.*,**38**: 247-254.
- ORHAN K, NISHIYAMA H, TADASHI S, MURAKAMI S, FURUKAWA S. (2006). Comparison Of Altered Signal Intensity, Position, and Morphology Of The TMJ Disc In MR Images Corrected For Variations In Surface Coil Sensitivity. *Oral Surg. Oral Med. Oral Radiol. Endod.*,**101**: 515-22.

- ORHAN K, UCOK O, DELILBASI C, PAKSOY C, DOĞAN N, KARAKURUMER K, OZEN T. (2005). Prevalence Of Temporomandibular Joint Sideways Disc Displacement In Symptom-Free Volunteers And Comparison Of Signal Intensity Ratios Of Masticator Muscles On Magnetic Resonance Images. *Oral Health and Dental. Management In Black Sea Countries*,1: 14-18.
- ORR JM, SMOLKER HR, BANICH MT. Organization of the Human Frontal Pole Revealed by Large-Scale DTI-Based Connectivity: Implications for Control of Behavior. *PLoS One*. 2015 May 6;10(5):e0124797.
- OUDET C, PETROVIĆ AG, GARCIA P. (1988). An experimental orthodontic treatment of the rat mandible using a functional appliance alters the fibre and myosin types in masticatory muscle. *Reprod. Nutr. Develop.*,28:795-803.
- OUDET C, PETROVIĆ AG. (1978). Variations in the number of sarcomeres in series in the lateral pterygoid muscle as a function of the longitudinal deviation of the mandibular position produced by the postural hyperpropulsor. in: *Muscle adaptation in the craniofacial region*. Monograph No. 8, Craniofacial Growth Series.ed. 2. Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor.
- OYAR O. (2008). Magnetik Rezonans Görüntüleme (Mrg)'Nin Klinik Uygulamaları Ve Endikasyonları. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*,5(2):31-40.
- OZDILER FE, AKÇAM MO. The effects of functional treatment on the sagittal position of mandibular condyle. *Journal of Oral Science*, 42(4): 195-203, 2000.
- ÖZBEK SV, ORHAN K, OZTURKMEN Z. (2016). Manyetik Rezonans Görüntülemenin Diş Hekimliğindeki Yeri, Önemi ve Manyetik Rezonans Görüntülerinin Yorumlanması. *Türkiye Klinikleri J. Oral Maxillofac. Radiol.- Special Topics*,2(1):33-36.
- PANCHERZ H, RUF S, THOMALSKE-FAUBERT C. (1999). Mandibular articular disc position changes during herbst treatment: a prospective longitudinal MRI study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,116:207-214.
- PANCHERZ H, ZIEBER K, HOYER B. (1997). Cephalometric characteristics of Class II division 1 and Class II division 2 malocclusions: a comparative study in children. *Angle Orthod.*,67:111-120.
- PANCHERZ H. (1979). The mandibular plane angle in activator treatment. *Angle Orthod.*,49: 11-20.
- PANCHERZ H. (1982). The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. *Am. J. Orthod.*,82:104-113.
- PANCHERZ H. (1984). A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. *Am. J. Orthod.*,85:125- 134.
- PATEL HP, MOSELEY HC, NOAR HJ. (2002). Cephalometric Determinants of Successful Functional Appliance Therapy. *Angle Orthod.*,72:410-417.
- PENFIELD, W., WELCH K (1951). The supplementary motor area of the cerebral cortex: A clinical and experimental study. *AMA Arch. Neurol. Psychiat.* 66 (3): 289-317

- PETROVIC A, OUDET C, GASSON N. (1973). Effets des appareils de propulsion et de retropulsion mandibulaire sur le nombre des sarcomeres en serie du muscle pterygoidien externe et sur la croissance du cartilage condylien du jeune rat. *Orthod Franc.*,**44**:191–212.
- PETROVIC A, STUTZMAN J, OUDET C. (1975) Control processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible. In: *Determinants of mandibular form and growth*. Monograph No. 4, Craniofacial Growth Series. Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor. alınmıştır: WOODSIDE DG., METAXAS A, ALTUNA G. (1987) The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodelling. *Am. J. Orthod.*,**92**:181–198.
- PETROVIC A, STUTZMANN J, GASSON N. (1981). The final length of the mandible: Is it genetically determined? In: Carlson DS, ed. Craniofacial biology. Monograph 10, Craniofacial Growth Series. Ann Arbor Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
- PETROVIC A. (1972) Mechanisms and regulation of mandibular condylar growth. *Acta Morphol. Neerl. Scand.*,**10**:25–34.
- PETROVIC A. (1974) Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating the occlusion; Cybernetic model. *Trans. Eur. Orthod. Soc.*,**50**:69–75.
- PETROVIC A. (1984) Experimental and cybernetic approaches to the mechanism of action of functional appliances on mandibular growth. in: McNamara, J.A. Jr, K.A. Ribbens (Eds.) *Malocclusion and the periodontium*. Monograph 15, Craniofacial Growth Series. Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor.
- PETROVIC AG, STUTZMAN JJ. (1977). Further investigations into the functioning of the “comparator” of the servosystem in the control of the condylar cartilage growth rate and the lengthening of the jaw. In: McNamara, J.A. Jr (Ed.) *The biology of occlusal development*. Monograph 7, Craniofacial Growth Series. Center for Human Growth and Development, University of Michigan, Ann Arbor.
- PETROVIC AG, STUTZMAN JJ. (1997). Scientific concepts and validation of functional appliances. In: *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances*. Second Edition. Ed: Graber, T.M., Rakosi, T., Petrovic, A.G. Mosby Company, St. Louis. Chapter 2.
- PETROVIĆ D, VUJKOV S, PETRONIJEVIĆ B., SARCEV I, STOJANAC I. (2014). Examination of the bioelectrical activity of the masticatory muscles during Angle’s Class II division 2 therapy with an activator. *Vojnosanit Pregl.*,**71**: 1116-1122.
- PROFFIT WR. (2013). Concepts of growth and development. In: *Contemporary Orthodontics* Fifth Edition. Ed: Proffit, W.R., Fields, H.W., Sarver, D.M. Mosby Company, St. Louis. Chapter 2.
- PROFFIT WR, FIELDS HW, MORAY LJ (1998). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int. J. Adult Orthod. Orthog. Surg.*, 13: 97-106.
- QUINTERO A, ICHESCO E, SCHUTT R, MYERS C, PELTIER S, GERSTNER GE. Functional connectivity of human chewing: an fMRI study. *J Dent Res*. 2013 Mar;**92**(3):272-8.

- RAADSHEER MC, KILIARIDIS S, VAN EIJDEN MGJ, VAN GINKEL FC, PRAHL-ANDERSEN B. (1996). Masseter Muscle Thickness In Growing Individuals And Its Relation To Facial Morphology. *Arch. Oral Biol.*,**41**: 323-332.
- RABIE AB, SHE TT, HAGG U. (2003a). Functional appliance therapy accelerates and enhances condylar growth. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**123**:40-48.
- RABIE AB, WONG L, HAGG U. (2003b). Correlation of replicating cells and osteogenesis in the glenoid fossa during stepwise advancement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**123**:521-526.
- RABIE ABM, LEUNG FYC, CHAYANUPATKUL A, HAGG U. (2002). The correlation between neovascularization and bone formation in the condyle during forward mandibular positioning. *Angle Orthod.*,**72**:431-438.
- RABIE ABM, ZHAO Z, SHEN G, HAGG EU, ROBINSON W. (2001). Osteogenesis in the glenoid fossa in response to mandibular advancement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**119**:390-400.
- RAKOSI T. (1997). The activator. In: *Dentofacial Orthopedics With Functional Appliances*. Second Edition. Ed: Graber, T.M., Rakosi, T., Petrovic, A.G. Mosby Company, St. Louis. Chapter 8.
- RAMACHANDRAN VS.; HUBBARD EM (2003). The Phenomenology of Synaesthesia. *Journal of Consciousness Studies*. 10 (8): 49–57.
- RANGE VM, NITZ WR, SCHMEETS SH, FAULKNER WH, DESAI NK. (2008). Klinik MR fiziği görüntülerle öğrenme. Birinci Baskı. Ed: Çetin, M. MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi, Ankara.
- REITAN K. (1954). Tissue reaction as related to the age factor. *Dent. Rec.*,**74**: 271-278.
- RICE NJ, TUNIK E, GRAFTON ST. The anterior intraparietal sulcus mediates grasp execution, independent of requirement to update: New insights from TMS. *J Neurosci*. 2006
- RICKETTS RM. (1960). The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *Angle Orthod.*,**30**: 103-133.
- RIQUELME I, ZAMORANO A, MONTOYA P. Reduction of pain sensitivity after somatosensory therapy in adults with cerebral palsy. *Front Hum Neurosci*. 2013 Jun 24;7:276.
- ROBIN P. (1902). Observation sur un nouvel appareil de redressement. *Rev. Stomatol.*,**9**:423-427.
- RUF S, BALTROMEJUS S, PANCHERZ H. (2001). Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod.*,**71**: 4-11.
- RUF S, BENDEUS M, PANCHERZ H, HAGG U. (2007). Dentoskeletal Effects and “Effective” Temporomandibular Joint, Maxilla and Chin Changes in Good and Bad Responders to van Beek Activator Treatment. *Angle Orthod.*,**77**: 64-72.
- RUF S, PANCHERZ H. (1998). Long-term TMJ effects of herbst treatment: a clinical and MRI study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**114**:475-83.

- RUF S, PANCHERZ H. (1998). Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur. J. Orthod.*,**20**: 375-388.
- RUF S, PANCHERZ H. (1999). Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**115**: 607-618.
- RUF S, WÜSTEN B, PANCHERZ H. (2002). Temporomandibular joint effects of activator treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and clinical study. *Angle Orthod.*,**72**: 527-540.
- SANDER FG. (2001a). Mouth opening and its influencing through the SII appliance during the night. *J. Orofac. Orthop.*,**62**:133–145.
- SANDER FG. (2001b). Functional processes when wearing the SII appliance during the day. *J. Orofac. Orthop.*,**62**:264–275.
- SAYIN MO, TURKKAHRAMAN H. (2004) Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population. *Angle Orthod*,**74**: 635-639.
- SELMER-OLSEN R. (1937). En kritisk betrakning over “Der Norks System”, *Nortannlaegefor Tid* 47:85,. Alınmıştır: GRABER, T.M., VANARSDALL, R.L. Jr. (2000). *Orthodontics, Current Principles and Techniques*. 3rd edition. St Louis: Mosby Inc. Chapter 10, Section 2, Functional Appliances.
- SERRIEN DJ, STRENS LH, OLIVEIRO A, BROWN P (2002). "Repetitive transcranial magnetic stimulation of the supplementary motor area (SMA) degrades bimanual movement control in humans". *Neurosci. Lett.* 328: 89–92
- SFONDRİNİ G, REGGIANI C, GANDINI P, BOVENZI R, PELLEGRINO MA.(1996). Adaptations of masticatory muscles to a hyperpropulsive appliance in the rat. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**110**: 612-617.
- SHAH S, JOSHI MR. (1978). An assesment of asymmetry in the normal craniofacial complex. *Angle Orthod.*,**48**: 141-148.
- SHEN G, DARENDELİLER MA. (2005). The Adaptive Remodeling of Condylar Cartilage- A Transition from Chondrogenesis to Osteogenesis. *J. Dent. Res.*,**84**: 691-699.
- SHIN YW, DZEMIDZIC M, JO HJ, LONG Z, MEDLOCK C, DYDAK U, GODDARD AW. Increased resting-state functional connectivity between the anterior cingulate cortex and the precuneus in panic disorder: resting-state connectivity in panic disorder. *J Affect Disord.* 2013 Sep 25;150(3):1091-5.
- SHUM L, RABIE AB, HAGG U. (2004). Vascular endothelial growth factor expression and bone formation in posterior glenoid fossa during stepwise mandibular advancement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**125**:185-190.
- SİNSEL NK, OPDEBEECK H, GUELİNCKX PJ. (2002). Mandibular condylar growth alterations after unilateral partial facial paralysis: an experimental study in the rabbit. *Plast. Reconstr. Surg.*,**109**:181-189.

- SPALDING P. (2001). Treatment of Class II Malocclusions. In: *Textbook of Orthodontics*, Ed.: Bishara S., W.B. Saunders Company. Philadelphia, chapter 20. .
- STOCKLI PW, DIETRICH UC. (1973). Sensation and morphogenesis experimental and clinical findings following functional forward displacement of the mandible. *Trans. Eur. Orthod. Soc.*,**3**: 435–442.
- STUTZMANN JJ, PETROVIC AG (1990). Role of lateral pterigoid muscle and meniscotemporomandibular frenum in spontaneous growth of the mandible and in growth stimulated by the postural hyperpropulsor. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**97**:381-392.
- SZULC-LERC KU, TIMMONS BW, BOUFFET E, LAUGHLIN S, DE MEDEIROS CB, SKOCIC J, LERCH JP, MABBOTT DJ. Repairing the brain with physical exercise: Cortical thickness and brain volume increases in long-term pediatric brain tumor survivors in response to a structured exercise intervention. *Neuroimage Clin.* 2018 Mar 5;**18**:972-985.
- TAKAHASHI T, MIYAMOTO T, TERAOKA A, YOKOYAMA A. Cerebral activation related to the control of mastication during changes in food hardness. *Neuroscience.* 2007 Mar 30;**145**(3):791-4.
- TANG GH, RABIE AB, HÄGG U. (2004). Indian hedgehog: a mechanotransduction mediator in condylar cartilage. *J. Dent. Res.*,**83**:434-438.
- TERJUNG RL. (1995). Muscle adaptations to aerobic training. *Sports Science Exchange*,**8**:1–4.
- THIESEN G, GRIBEL BF, FREITAS MPM. (2015). Facial asymmetry: a current review. *Dental Press J. Orthod.*,**20**:110-125.
- THILANDERB, PERSSONM, ADOLFSSONU. (2005). Roentgen–cephalometric standards for a Swedish population. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur. J. Orthod.*,**27**:370-389.
- TOTH LR, McNAMARA JA Jr. (1999). Treatment effects produced by the twin-block appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**116**:597-609.
- TRENOUTH MJ. (2000). Cephalometric evaluation of the Twin-block appliance in the treatment of Class II Division 1 malocclusion with matched normative growth data. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**117**: 54-59.
- TULLEYWJ. (1972) The scope and limitations of treatment with the activator. *Am. J. Orthod.*,**61**:562–577.
- TUNIK E, RICE NJ, HAMILTON A, GRAFTON ST. (2007) Beyond grasping: representation of action in human anterior intraparietal sulcus. *Neuroimage.*;36 Suppl 2:T77-86.
- TÜMER N, GÜLTAN AS. (1999). Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, **116**:460-468.
- ÜLGEN M. (1999). Ortodontik Tedavi Prensipleri, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, Bölüm 11, Ankara

- VARGERVIK K, HARVOLD EP. (1985). Response to activator treatment in Class II malocclusions. *Am. J. Orthod.*,**88**:242-251.
- VIG PS, HEWITT AB. (1975). Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod.*,**45**: 125-129.
- VOGT BA, LAUREYS S (2005). "Posterior cingulate, precuneal and retrosplenial cortices: cytology and components of the neural network correlates of consciousness". Progress in brain research. Progress in Brain Research. 150: 205–17.
- VOUDOURIS JC, KUFTINEC MM. (2000). Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*,**117**:247-66.
- VOUDOURIS JC, WOODSIDE DG, ALTUNA G, ANGELOPOULOS G, BOURQUE PJ, LACOUTURE CY. (2003). Condyle-fossa modifications and muscle interactions during Herbst treatment, Part 2. Results and conclusions. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**124**:13-29.
- WADHAWAN N, KUMAR S, KHARBANDA OP, DUGGAL R, SHARMA R. (2008). Temporomandibular joint adaptations following two-phase therapy: an MRI study. *Orthod. Craniofac. Res.*,**11**: 235-250.
- WALLENTIN M, ROEPSTOFF A, GLOVER R, BURGESS N (2006). Parallel memory systems for talking about location and age in precuneus, caudate and Broca's region. *NeuroImage*. 32 (4): 1850–64.
- WANG YP, KUHL PK, LI H, DONG Q, (2008). Sustained and transient brain activations in bilingual control. *J. Acoust. Soc. Am.* 123 (5), 3890
- WEILAND FC, INGERVALL B, BANTLEON HP, DROSCHL H. (1997). Initial effects of treatment of class II malocclusion with the herren activator, activator-headgear combination, and Jasper Jumper. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**112**: 19-27.
- WHITE SC, PHAROAH MJ, GOAZ PW. (2000) Oral radiology : principles and interpretation. 4th edition Mosby Company, St. Louis.
- WILLIAMS S, MELSEN B. (1982a). Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment. An implant study. *Am. J. Orthod.*,**81**:322-326.
- WILLIAMS S, MELSEN B. (1982b). The interplay between sagittal and vertical growth factors. An implant study of activator treatment. *Am. J. Orthod.*,**81**:327- 332.
- WOODSIDE DG. (1973). Some effects of activator treatment on the mandible and midface. *Trans.*
- WOODSIDE DG. (1977). The activator. In: Removable Orthodontic Appliances. Ed: Graber T.M., Neumann B. W.B. Saunders Company. Philadelphia, chapter 12.
- WOODSIDE DG. (1998). Do functional appliances have an orthopedic effect? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**113**:11-14.
- WOODSIDE DG., METAXAS A, ALTUNA G. (1987) The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodelling. *Am. J. Orthod.*,**92**:181–198.

- WOZŃIAK K, PIĄTKOWSKA D, SZYSZKA-SOMMERFELD L, BUCZKOWSKA-RADLIŃSKA J. (2015). Impact of functional appliances on muscle activity: a surface electromyography study in children. *Med. Sci. Monit.*,**21**: 246-253.
- YAMIN-LACOUTURE C, WOODSIDE DG, SECTAKOF PA, SESSLE BJ. (1997). The action of three types of functional appliances on the activity of the masticatory muscles. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*,**112**:560-572.
- YILDIRIM E, KARACAY S, ERKAN M. (2014). Condylar response to functional therapy with Twin-Block as shown by cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.*,**84**: 1018-1025.
- YONEMITSUI, MURAMOTO T, SOMA K. (2006). The influence of masseter activity on rat mandibular growth. *Archives of oral biology*,**52**:487-493.
- YOU ZH, FISHMAN LS, ROSENBLUM RE, SUBTELNY JD. (2002). Dentoalveolar Changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. *Inf. Orthod. Kieferorthop.*,**34**:255-264.
- YÜCEL M, STUART GW, MARUFF P, VELAKOULIS D, CROWE SF, SAVAGE G, PANTELIS C. Hemispheric and gender-related differences in the gross morphology of the anterior cingulate/paracingulate cortex in normal volunteers: an MRI morphometric study. *Cereb Cortex*. 2001 Jan;**11**(1):17-25.

EKLER

EK-1. Etik Kurul İzni



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



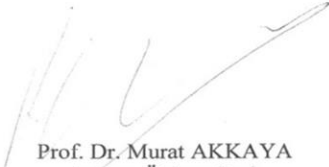
Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/27

04.06.2015

Sayın Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ
A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

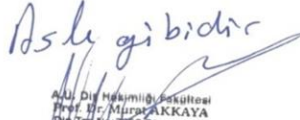
Prof. Dr. Ayşegül KÖKLÜ tarafından gönderilen "Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twin Block) Mandibular İlerletme yapılan Sınıf II Hastalarda: Eklem, Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi önemle rica ederim.


Prof. Dr. Murat AKKAYA
Ankara Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurul
Başkanı

Eki: 3 sayfa

21/02/2017


A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Prof. Dr. Murat AKKAYA
Dış Tel: 312 362 90 60 Dış No: 311
Periodontoloji A.D.

EK-2. Gönüllü Onam Formu



ANKARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ORTODONTİ ANABİLİM DALI

ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizden `Hareketli Fonksiyonel Aygıtlarla (Aktivatör, Twin Block) Mandibular İlerletme Yapılan Sınıf II Hastalarda; Eklem ,Dentoalveolar Bölge, Kas ve Kortikal Beyin Aktivitelerinin Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile İncelenmesi` isimli araştırmaya katılmanız istenmektedir. Çalışmaya sizinle birlikte 30 kişi katılacaktır.

Size invaziv bir işlem yapılmayacak olup sadece tedavi esnasında alt çenenizi önde konumlandırmak için kullandığınız apareyi kullanmaya başlamadan önce, aparey kullanımını takiben 6 ay sonra ve 12 ay sonra olmak üzere 3 adet fMRI görüntülemesi yapılması istenecektir. fMRI (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme) hasta için zararsız bir prosedür olup, bir saat boyunca fMRI cihazı ile tarama yapılacak olup görüntülemeler, ulusal manyetik rezonans araştırma merkezinde(UMRAM, Bilkent) gerçekleştirilecektir.

Yukarıda bahsedilen işlemlerin size herhangi bir zarar vermesi söz konusu değildir. Yapılan ölçümler sonucunda da sizlere sonuçlar ile ilgili bilgi verilecektir.

Bu çalışmadaki fMRI görüntülemesinin yapılması için sizden 1 saat zaman ayırmanızı istiyoruz. Çalışmanın bilgilendirilmesinde size getireceği hiçbir yarar yoktur; ancak bu çalışma ile bilime katkıda bulunacaksınız.

Çalışma nedeniyle ne sizin ne de sosyal güvenlik kurumunuzun herhangi bir ödeme yapması istenmeyecektir. Çalışmaya katılıp katılmama kararında tamamen özgürsünüz. İstedığınız zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz.

İlgili mevzuat gereğince kimliğinizi ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak: araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır.

Araştırma ile ilgili her türlü bilgiyi edinebileceğiniz araştırmacıların mail adresleri aşağıda verilmiştir.

`` Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekimler tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. ``

Ad ve Soyad:

İmza:

Tarih:

Prof.Dr.Ayşegül Köklü: kokluaysegul@gmail.com

Dt.Emre Cesur: emre-cesur@hotmail.com

Dt.Orhan Özdiler: orhanozdiler@yahoo.co.uk

ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı : Orhan

Soyadı : ÖZDİLER

Doğum yeri ve tarihi : Ankara, 05.12.1988

Uyruğu : T.C.

İletişim Adresi ve telefonu: orhanozdiler@yahoo.co.uk - 05432999549

II-Eğitimi

2014-2018 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

2008-2013 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

2003-2006 Ankara Gazi Anadolu Lisesi

1997-2003 TED Ankara Koleji Vakfı Özel İlköğretim Okulu

1995-1997 Muazzez Karaçay İlköğretim Okulu

Yabancı dili: İngilizce

III-Üye Oduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Ortodonti Derneği (TOD)

IV-Yayınlar

1. ZAIMOĞLU E, HOXHA S, ÖZDİLER O, ÖZBEK M, MEMİKOĞLU UT. (2016). Reported prevalence of habitual pediatric snoring and the level of parental awareness.*Sleep and Biological Rhythms* (15):75-80.

2. BAĞIŞ N, GEZER KG ÖZDİLER O, ŞENOL AU, KILIÇ G. (2016). Atatürk Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg. J.Dent.Fac Ataturk Uni. 26(2): 212-217

3. GÜNAYDIN Ç, KÖKLÜ A, CESUR E, ÖZDİLER O. Angle Sınıf II Divizyon 1 Tedavisinde Farklı Bir Yaklaşım. (2014). A.Ü. Diş. Hek. Fak. Derg. 2014. A.Ü. Diş. Hek. Fak. Derg. 41(2): 107-114.

Bilimsel Toplantıda Yayınlanan Tebliğler

- ÇAYÖNÜ S, ÖZDİLER O, AKÇAM O, SARI Ş. Süt Birinci Azı Dişi Erken Kaybında Takibin Önemi. (2017). Türk Pedonti Derneği, 24. Bilimsel Kongresi.

-ÖZDİLER O, MÜFTÜOĞLU Ö, MEMİKOĞLU T. Daimi İkinci Molarların Gömülülük Prevalansı: Retrospektif Çalışma 15.Uluslararası TOD Sempozyumu, Ankara, 5-7 Kasım 2017

- Aslı Şenol, Orhan Özdiler, Erhan Özdiler, Hakan Alpay Karasu, Zaur Novruzov.
Botox Injections For a Gummy Smile After Orthognathic Surgery.92 nd EOS
CONGRESS STOCKHOLM 11-16 JUNE 2016

V.Diğer Bilgiler

Seminer Sunumları

Lingual Tedavi (2015) (Danışman: Prof. Dr. Ayşegül Köklü)

Myofonksiyonel Tedavi (2016) (Danışman: Prof.Dr. Ayşegül Köklü)

Kongre ve Sempozyum Katılımları:

1. Türk-Alman 2014 Bilim Yılı Bilimsel Etkinliği, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 29 Mayıs-03 Haziran 2014, Ankara,Türkiye.
2. XIV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Kongresi, 25-29 Ekim 2014,Ankara.
3. XIV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, 2-4 Kasım 2015, Eskişehir.
4. 92nd Congress of the European Orthodontic Society, 11-16 June 2016, Stockholm, Sweden.
5. 15. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, 5-7 Kasım 2017, Ankara.